

# **Návrh a realizácia vizualizačného panelu pre vozidlá s hybridným pohonom**

Design and Implementation of Visualization Panel for Vehicles with Hybrid Drive

**Marek Gužík**

Bakalárska práca

VEDÚCI PRÁCE: Ing. Petr Šimoník, Ph.D.

Ostrava, 2021

## **Zadanie Bakalárskej práce**

1. Pre vytipované vozidlo s hybridným pohonom vykonajte teoretický rozbor elektronického systému riadenia pohonu, praktickú analýzu topológie systému a analýzu s požiadavkou na funkčné vlastnosti elektronickej riadiacej jednotky a systému ako celku.
2. Na základe poznatkov získaných pri riešení bodu 1, ďalej výsledkov vykonaných praktických analýz a podľa odporúčanej špecifikácie vedúceho navrhnete a potom prakticky realizujete laboratórny model vizualizácie pohonov pre ďalšie využitie pri laboratórnej výučbe.
3. Vykonajte experimentálne overenie funkčnosti realizovaného vizualizačného panelu a navrhnete laboratórnu úlohu pre predmet Automobilová elektronika 1, resp. 2.

## **Pod'akovanie**

Touto formou by som sa chcel poďakovať svojmu vedúcemu práce pánovi Ing. Petrovi Šimoníkovi, Ph.D za odborné rady a konzultácie a hlavne za dôveru, ktorú vo mne mal pri realizácii tejto práce. Ďalej by som sa chcel poďakovať pánovi Ing. Tomášovi Kleinovi za pomoc pri meraniach na valcovej skúšobni a konzultácie a taktiež Ing. Tomášovi Mrověcovi, Ph.D za odborné rady a konzultácie.

## **Abstrakt:**

Táto bakalárska práca sa zaoberá analýzou vozidla s hybridným pohonom. V prvej časti bol vykonaný teoretický rozbor elektronického systému riadenia pohonu, praktická analýza topológie systému a analýza s požiadavkou na funkčné vlastnosti elektronickej riadiacej jednotky a systému ako celku. Pri riešení bodu 1 boli získané poznatky na základe výsledkov vykonaných praktických analýz. Podľa odporúčania špecifikácie vedúceho bol navrhnutý vizualizačný panel pre ďalšie využitie pri laboratórnej výučbe. Pri poslednom bode zadania bolo zrealizované overenie funkčnosti vizualizačných panelov a následne bola navrhnutá laboratórna úloha pre predmet Automobilová elektronika 1, resp. 2. Laboratórna úloha je súčasťou tejto bakalárskej práce vo forme prílohy.

## **Kľúčové slová:**

CAN, CANoe, Elektromotor, Hybrid, Menič, PHEV, Trakčná batéria, Zbernica

## **Abstract:**

This bachelor thesis deals with the analysis of a vehicle with a hybrid drive. In the first part, a theoretical analysis of the electronic drive control system, a practical analysis of the system topology and an analysis with a requirement for the functional properties of the electronic control unit and the system as a whole were performed. In solving point 1, knowledge was obtained based on the results of practical analyses. According to the recommendation of the supervisor's specification, a visualization panel was designed for further use in laboratory teaching. At the last point of the assignment, the functionality of the visualization panels was verified and subsequently a laboratory task was designed for the subject Automotive Electronics 1, or 2 respectively. The laboratory task is a part of this bachelor thesis in the form of an appendix.

## **Key words:**

Bus, CAN, CANoe, Converter, Emachine, Hybrid, PHEV, Traction battery

# Obsah

Zoznam použitých skratiek .....	6
Zoznam použitých ilustrácií .....	7
Úvod .....	8
1. Teoretický rozbor .....	9
1.1 Vozidlo s hybridným pohonom .....	9
1.1.1 Rozdelenie hybridných pohonov .....	9
1.1.2 Rozdelenie hybridných vozidiel podľa stupňa hybridizácie.....	9
1.2 Hybridný pohon.....	12
1.2.1 Hybridný pohon a jeho časti.....	12
2. Návrh HW časti a analýza komunikácie vozidla.....	20
2.1 Popis prevodníka VN 1630A .....	20
2.2 Pripojenie prevodníka VN 1630A k vozidlu Škoda Superb iV .....	21
2.3 Nastavenie softwaru a prevodníka.....	22
2.4 Analýza komunikácie vozidla .....	23
3. Vývoj vizualizačného panela.....	23
3.1 Popis grafického prostredia.....	23
3.2 Tvorba hlavného vizualizačného panela.....	24
3.3 Tvorba pridružených vizualizačných panelov.....	25
4. Experimentálne overenie a tvorba laboratórnej úlohy .....	30
4.1 Overenie funkčnosti panela.....	30
4.2 Popis valcovej skúšobne .....	30
4.2.1 Režim konštantná ťažná sila .....	31
4.2.2 Režim pohon skúšobne.....	31
4.3 Tvorba laboratórnej úlohy.....	32
4.3.1 Príprava meracieho stanovišťa .....	32
4.4 Výsledky z meraní.....	33
Záver .....	34
Použitá literatúra .....	35
Zoznam príloh.....	36

## Zoznam použitých skratiek

A	(Amper)	Jednotka prúdu
ACAN	(Antrieb CAN)	Zbernica pohonu
CAN	(Controller Area Network)	Komunikačná zbernica
CO <sub>2</sub>	(Carbon Dioxide)	Oxid uhličitý
DSG	(Direct Shift Gearbox)	Značka automatických prevodoviek
HCAN	(Hybrid CAN)	Hybridná zbernica
ICE	(Internal Combustion Engine)	Spaľovací motor
LED	(Light-Emitting Diode)	Luminiscenčná dióda
LIN	(Local Interconnect Network)	Komunikačná zbernica
NTC	(Negative Temperature Coefficient)	Negatívny teplotný koeficient
MHD	(Micro Hybrid Drive)	Označenie vozidiel s micro hybridnou technológiou
MHEV	(Mild Hybrid Electric Vehicle)	Označenie vozidiel s mild hybridnou technológiou
PHEV	(Plug-in Hybrid Electric Vehicle)	Označenie vozidiel s plug-in hybridnou technológiou
TSI	(Twincharged Stratified Injection)	Označenie preplňovaného motora
TTR	(Through The Road)	Označenie druhu hybridu
2WD	(Two wheel-drive vehicle)	Pohon prednej alebo zadnej nápravy
4WD	(Four wheel-drive vehicle)	Náhon na štyri kolesá
V	(Volt)	Jednotka napätia
Wh	(Watt-hour)	Jednotka watthodiny
Ws	(Watt-second)	Jednotka wattsekundy

## Zoznam použitých ilustrácií

Obrázok 1: Blokový diagram usporiadania komponentov v MICRO HYBRIDE .....	10
Obrázok 2: Blokový diagram usporiadania komponentov v MILD HYBRIDE .....	10
Obrázok 3: Blokový diagram usporiadania komponentov vo FULL HYBRIDE.....	11
Obrázok 4: Blokový diagram usporiadania komponentov PHEV .....	12
Obrázok 5: Bloková schéma usporiadania a prepojení hybridného pohonu .....	13
Obrázok 6: Usporiadanie komponentov pohonu [3] .....	14
Obrázok 7: Elektromotor s komponentmi [3] .....	14
Obrázok 8: Design snímača otáčok G713 [3].....	15
Obrázok 9: Umiestnenie snímačov [3] .....	15
Obrázok 10: Výkonová a riadiaca jednotka elektrického pohonu (JX1) [3].....	16
Obrázok 11: Zostava prevodovky a elektromotora [3] .....	17
Obrázok 12: Vysokonapäťová batéria (AX2) [3] .....	18
Obrázok 13: Port pre pripojenie nabíjačky batérie s komponentmi [3].....	18
Obrázok 14: Prevodník VECTOR VN 1630A [4] .....	20
Obrázok 15: Bloková schéma pripojenia prevodníka k vozidlu.....	21
Obrázok 16: Signalizácia stavu zapojenia prevodníka .....	22
Obrázok 17: Nastavenie sledovaných kanálov .....	22
Obrázok 18: Panel Designer .....	24
Obrázok 19: Hlavný vizualizačný panel .....	25
Obrázok 20: Panel trakčnej batérie (TB) .....	26
Obrázok 21: Panel spaľovacieho motora (ICE) .....	27
Obrázok 22: Panel meniča napätia (Converter) .....	27
Obrázok 23: Panel elektromotora (EM+G).....	28
Obrázok 24: Panel merania č. 2.....	29
Obrázok 25: Panel merania č. 3.....	29
Obrázok 26: Overenie funkčnosti vizualizačného panela.....	30
Obrázok 27: Menu valcovej skúšobne MSR 1050 .....	31
Obrázok 28: Meracie stanovište.....	32
Obrázok 29: Pripravené vozidlo na valcovej skúšobni .....	33

## Úvod

Od čias kedy sa pre pohon vozidiel používal parný stroj ubehlo už niekoľko stoviek rokov. Postupom času ho nahradil spaľovací motor, ktorý sa postupne vyvíjal a následne naň bolo postupom času kladených množstvo požiadaviek, ako sú nízka spotreba paliva, výkon, spoľahlivosť a pod. Na automobilový priemysel je v poslednej dobe kladený veľký tlak čo sa týka znižovania emisií oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ ). Taktiež sa kladie dôraz na ekologickú prevádzku a výrobu vozidiel. Nadmerná spotreba neobnoviteľných zdrojov, v niektorých prípadoch až plytvanie vedie k nutnosti hľadania určitých opatrení pre zníženie zaťažovania životného prostredia a potrebu využívať obnoviteľné zdroje. Technický rozvoj automobilového priemyslu, čo sa týka životného prostredia, nie je voči tomuto problému ľahostajný. Orientuje sa smerom vývoja nových druhov motorov, zavádzaniu elektroniky a znižovaniu škodlivých zložiek vo výfukových plynach, spotreby pohonných látok a pod. Výrobcovia taktiež znižujú objem spaľovacích motorov a tak sa postupom času vytrácajú veľkoobjemové motory a nahrádzajú ich menšími objemami s porovnateľným výkonom. Ďalším sprísňovaním emisných noriem už niektoré spaľovacie motory prestali vyhovovať, a tak automobilky museli prísť s nápadmi, ako sa udržať na trhu. Výrobcovia sú nútení zavádzať do automobilov s klasickým spaľovacím motorom nové technológie, či dokonca vyrábať vozidlá s hybridným a elektrickým pohonom. Takýmto spôsobom dokážu znižovať produkciu  $\text{CO}_2$ . Do vozidiel sa začali v prvom rade zavádzať nové systémy, ktoré aspoň sčasti dokážu eliminovať množstvo  $\text{CO}_2$ , medzi ktoré patrí napr. START-STOP systém (tento systém dokáže vypínať motor pri krátkom státi na križovatke, v zápche alebo v meste). Postupom času prišli na trh novšie inovácie, ktoré nám priniesli spojenie spaľovacieho motora a elektromotora, ktorý nesie názov hybrid. Hybrid spája dva svety, a to prevádzku bez emisií (využíva vlastnosti elektromobilu, ktoré je možné využiť hlavne v meste, kde produkcia  $\text{CO}_2$  nie je veľmi žiadaná) a prevádzku s veľkým dojazdom (využitie spaľovacieho motora na väčší dojazd, predovšetkým mimo mesta). Samotný elektromobil má viacero výhod aj nevýhod, a to hlavne z hľadiska využiteľnosti. Úplne najhlavnejšou výhodou je, že neprodukuje žiadne škodlivé emisie. Medzi ďalšie výhody patrí menšia produkcia hluku a samozrejme výkon. Naopak medzi nevýhody patrí dojazd, doba nabíjania je oveľa dlhšia ako samotné tankovanie a v konečnom dôsledku vyššia hmotnosť kvôli objemnej batérii.



# 1. Teoretický rozbor

V tejto kapitole bude rozpracovaný teoretický rozbor zozbieraním teoretických poznatkov o hybridných pohonoch a ich rozdelení. Ďalej bude rozpracovaný konkrétny hybridný pohon, jeho funkčnosť, usporiadanie a chovanie ako celku. [1]

## 1.1 Vozidlo s hybridným pohonom

Hybridné vozidlo je automobil, ktorý je poháňaný minimálne dvoma rozličnými druhmi pohonu. Vyznačuje sa ekologickejšou a ekonomickejšou prevádzkou, ako je tomu v prípade bežných zážihových (benzínových) alebo vznetrových (dieselových) motorov, a to z dôvodu, že zväčša kombinuje spaľovací motor s bezemisným elektromotorom. Hybridné automobily sú rozdelené do rôznych skupín na základe viacerých kritérií, napríklad usporiadania motorov, úlohy elektromotora alebo typu spaľovacieho motora. [1]

### 1.1.1 Rozdelenie hybridných pohonov

#### Sériový hybrid

Na pohon kolies sa využíva predovšetkým elektromotor, ktorý čerpá energiu z batérie a spaľovací motor poháňa len generátor striedavého prúdu, ktorý sa pomocou invertora musí premeniť na jednosmerný prúd a ten sa využíva pre dobíjanie batérie. [1]

#### Paralelný hybrid

Na pohone sa môže podieľať prostredníctvom prevodovky a redukčného prevodu aj spaľovací motor. Elektromotor a generátor AC prúdu tvoria spolu súčasť rovnakej jednotky. Tento typ hybridu môže jazdiť čisto na elektromotor aj na oba motory súčasne. Spaľovací motor môže slúžiť na dobíjanie batérie a elektromotor na rekuperáciu energie. [1]

#### TTR paralelný hybrid

Pod pojmom TTR (through the road) rozumieme druh paralelného hybridu, ktorý využíva na pohon jednej nápravy spaľovací motor a na pohon druhej nápravy elektromotor. Predstavuje teda pohon 4x4 a umožňuje kombinovanú jazdu na každý motor samostatne. Tento druh pohonu využívajú hlavne plug-in hybridy ako BMW i8 a BMW 225xe. [1]

#### Sériovo-paralelný hybrid

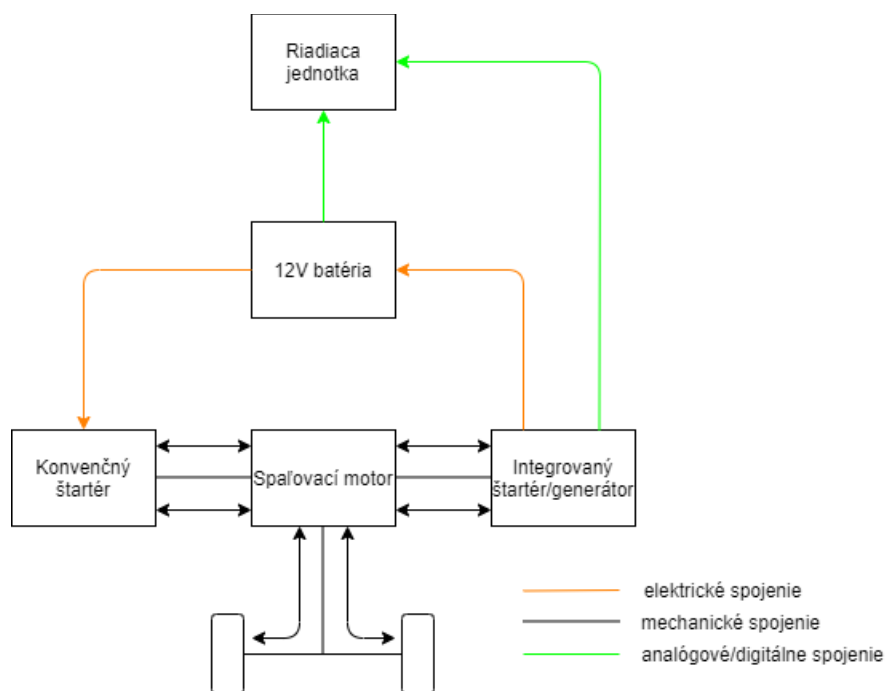
Nazývaný kombinovaný či power-split hybrid je technicky najpokročilejší a najkomplikovanejší typ hybridného pohonu, čo zaručuje veľkú úsporu paliva a nízke hodnoty CO<sub>2</sub>. Hybridná prevodovka rozdeľuje výkon spaľovacieho motora a elektromotora prostredníctvom planétového prevodu a elektromotorov. Elektromotor sa používa hlavne na rozjazd a pri pomalejšej jazde, pri väčšej záťaži riadiaca jednotka kombinuje oba pohony súčasne. Elektromotor sa taktiež využíva pri akcelerácii, kedy sa naplno využije jeho silný krútiaci moment. Prebytočný výkon spaľovacieho motora sa uloží po transformácii do batérie v podobe elektrickej energie. [1]

### 1.1.2 Rozdelenie hybridných vozidiel podľa stupňa hybridizácie

#### Micro hybrid (MHD)

Je to bežný automobil so spaľovacím motorom s jedným rozdielom – je vybavený pokročilejším štartérom, respektíve pokročilým systémom štartovania, ktorý sa nazýva START/STOP systém. Tento

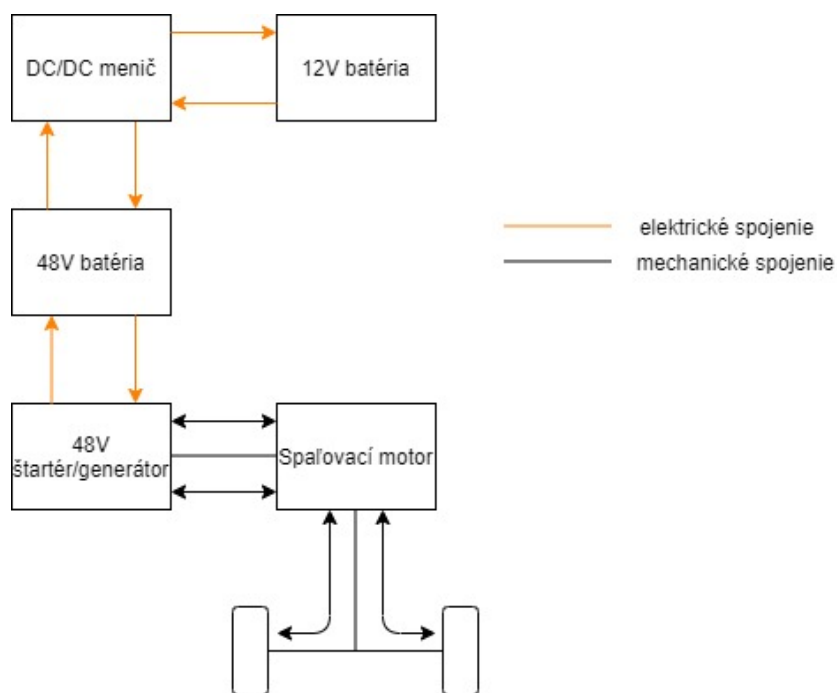
systém sa snaží šetriť palivo vypínaním motora v určitých situáciách, keď nie je potrebná jeho činnosť, napríklad v prípade, že automobil stojí v zápche alebo stojí na semaforochoch na červenej. [1]



Obrázok 1: Blokový diagram usporiadania komponentov v MICRO HYBRIDE

### Mild hybrid (MHEV)

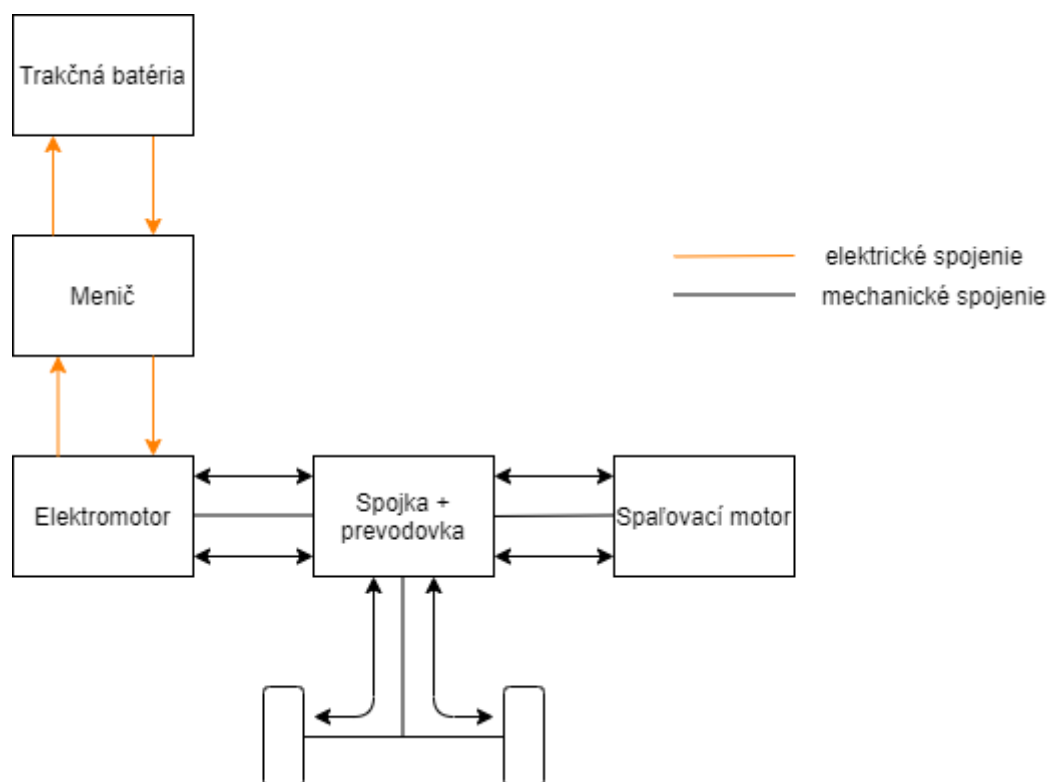
Na svoj pohon vždy využíva predovšetkým spaľovací motor a elektromotor sa k nemu pripojí iba keď je potreba a za určitých situácií, napríklad pri rozbíhaní a zrýchľovaní. Na tomto type hybridu nemožno jazdiť čisto len na elektrickú energiu. Elektromotor v podstate iba pomáha spaľovaciemu motoru pri náročných situáciách a tým znižuje spotrebu paliva približne o 15% a emisií CO<sub>2</sub>. [1]



Obrázok 2: Blokový diagram usporiadania komponentov v MILD HYBRIDE

### Full hybrid

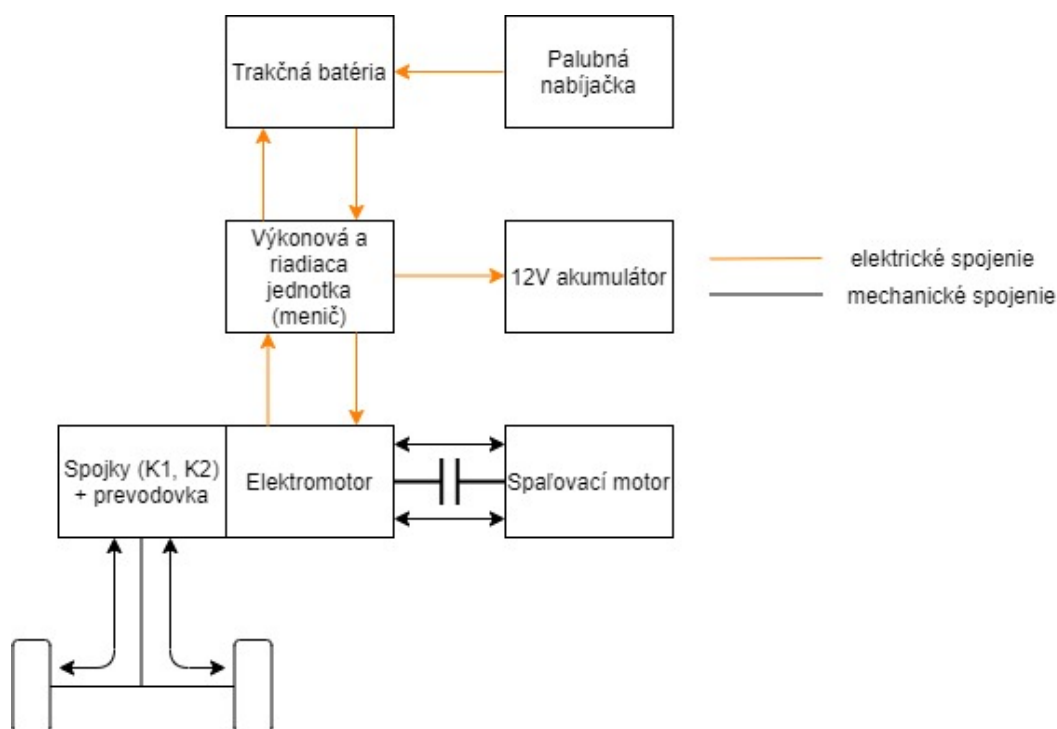
Pri tomto druhu pohonu je možné jazdiť na spaľovacom motore, elektromotore, ale aj na kombinovanom pohone. Tento typ hybridu využíva predovšetkým rekuperačný systém alebo generátor elektrickej energie, na ktorého pohon slúži časť výkonu spaľovacieho motora a líši sa jediným rozdielom od plug-in hybridu, a to tým, že batéria sa nedá nabíjať z externého zdroja. Teda z domácej siete alebo externej nabíjačky tento typ hybridu nie je možné nabíjať. [1]



Obrázok 3: Blokový diagram usporiadania komponentov vo FULL HYBRIDE

### Plug-in hybrid (PHEV)

Pohonnou jednotkou je hybridný pohon kombinujúci spaľovací motor s elektromotorom. Spaľovací motor je vo väčšine prípadov benzínový. Elektromotor je napájaný z internej batérie. Kapacita batérie sa pohybuje v rozmedzí od cca 7 do 13 kWh. V prípade vybitia trakčnej batérie zabezpečuje pohon spaľovací motor. O kombinovanej jazde prostredníctvom oboch motorov rozhoduje riadiaca jednotka. Uvedenie vozidla do chodu zabezpečuje elektrický pohon a v prípade potreby väčšieho výkonu sa pripája spaľovací motor. Priemerná spotreba sa pohybuje v rozmedzí okolo 2l/100 km a množstvo vypustených emisií okolo 50 g CO<sub>2</sub>/km. V závislosti od inštalovaného príkonu wallboxu a kapacity batérie je možné plug-in hybrid nabiť za 2 až 4 hodiny prostredníctvom AC (striedavých) nabíjačiek. Väčšina plug-in hybridov nepodporuje rýchlonabíjanie cez výkonné DC (jednosmerné) nabíjačky. Plug-in hybridy sú vybavené systémom rekuperácie, ktorý nabíja batériu vozidla za jazdy pri brzdení a spomaľovaní. Systém rekuperácie dokáže premeniť kinetickú energiu vozidla na elektrickú energiu a uložiť ju do batérie. [1]



Obrázok 4: Blokový diagram usporiadania komponentov PHEV

## 1.2 Hybridný pohon

Do Škody Superb iV je integrovaný 1.4 litrový štvorvalcový preplňovaný TSI motor, ktorý dosahuje výkon 115 kW a krútiaci moment 250 Nm. Spalovací motor sa kombinuje s asistenciou elektromotora, ktorý dosahuje maximálny výkon 85 kW a krútiaci moment 330 Nm. Elektromotor je navyše vybavený funkciou generátora. Celkový systémový výkon vozidla má hodnotu 160 kW a krútiaci moment dosahuje hodnotu 400 Nm. Motor pracuje spolu so šesťstupňovou automatickou prevodovkou DSG. Elektromotor je súčasťou prevodovky. Vozidlo by malo byť schopné na čisto elektrický dojazd prejsť približne 55 km a celkový dojazd v hybridnom režime by mal dosiahnuť až 850 km, a to vďaka celkom objemnej palivovej nádrži, ktorá má 50 l. [2]

Motor bol prispôsobený na vyšší výkon a zaťaženie nasledujúcim prepracovaním:

- steny valcov boli opracované plazmou a honované torznými doskami, aby sa znížilo trenie,
- piesty majú nosič krúžkov vyrobený z vysokopevnostnej liatiny, aby sa zvýšila odolnosť proti opotrebovaniu prvej drážky piestneho krúžku,
- výfukové ventily sú plnené vodíkom, vďaka čomu sa lepšie rozptýli teplo. [3]

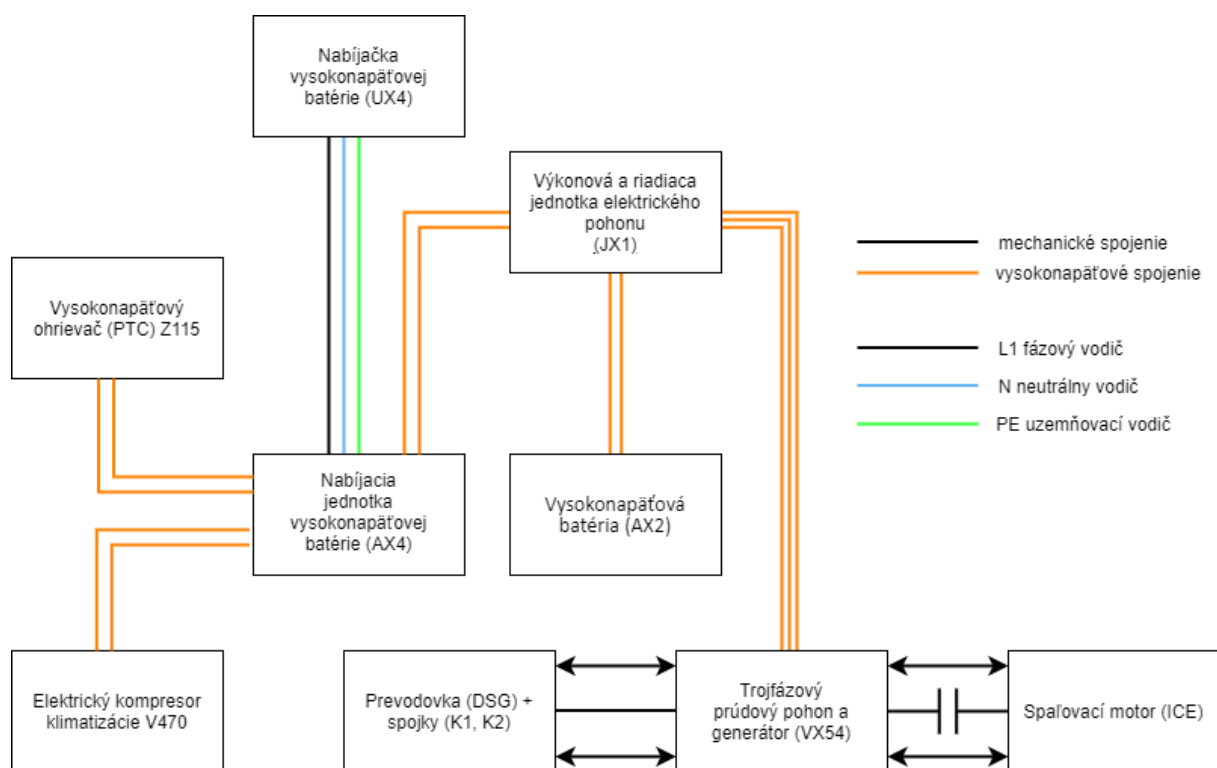
### 1.2.1 Hybridný pohon a jeho časti

Medzi základné časti pohonu patria:

- spaľovací TSI motor (ICE),
- šesťstupňová dvoj-spojková prevodovka typu DSG (0DD),

- synchronný motor s permanentnými magnetmi (VX54),
- menič a riadiaca jednotka elektrického pohonu (JX1),
- vysokonapäťová batéria (AX2),
- nabíjacia jednotka vysokonapäťovej batérie (AX4),
- nabíjačka vysokonapäťovej batérie (UX4),
- riadiaca jednotka motora (J623).

Navrhnutú blokovú schému usporiadania komponentov a prepojenia všetkých vysokonapäťových komponentov týkajúcich sa pohonu môžeme vidieť na obrázku č. 5.



Obrázok 5: Bloková schéma usporiadania a prepojení hybridného pohonu

V nasledujúcej časti bude rozpracovaný technický popis všetkých komponentov, rozobraté ich funkčné vlastnosti a topológia usporiadania komponentov.

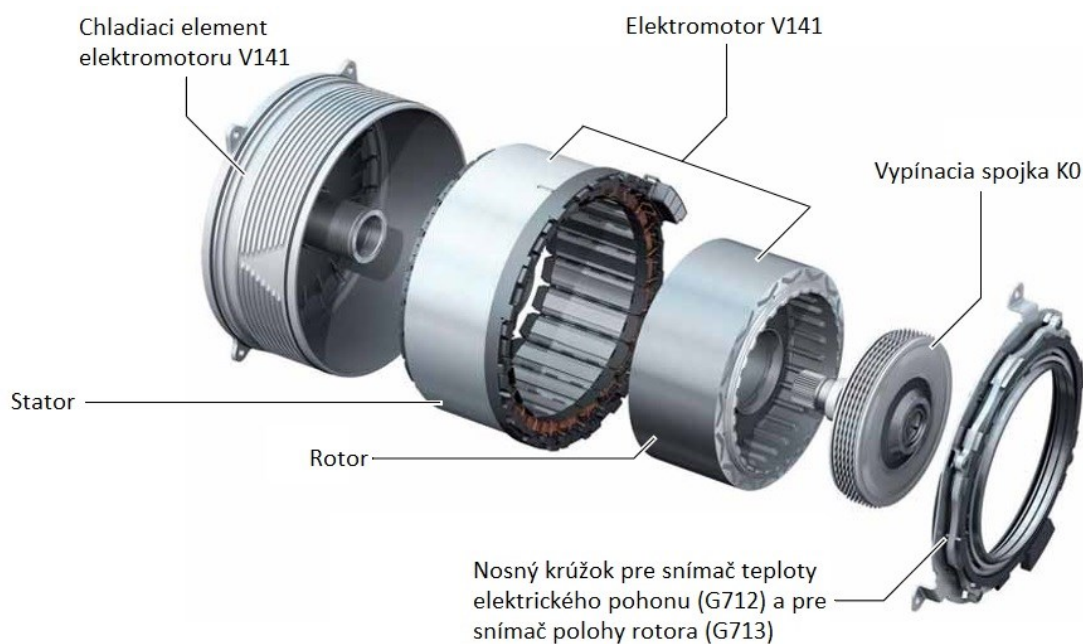
#### Synchronný motor s permanentnými magnetmi (VX54)

Elektrický pohon využíva synchronný motor s permanentnými magnetmi. Nachádza sa medzi 1.4 litrovým štvorvalcovým 115 kW preplňovaným TSI motorom a šesťstupňovou dvojspojkovou prevodovkou DSG. Maximálny výkon elektromotora je 85 kW a krútiaci moment dosahuje 330 Nm. Maximálne otáčky dosahuje pri 7000 ot./min. Môže fungovať samostatne ako samostatný pohon vozidla alebo v kombinácii so spaľovacím motorom. Taktiež funguje ako štartér a generátor.

Usporiadanie komponentov pohonu môžeme vidieť na obrázku č. 6 a samotný rozbor elektromotora na obrázku č. 7. [3]



Obrázok 6: Usporiadanie komponentov pohonu [3]



Obrázok 7: Elektromotor s komponentmi [3]

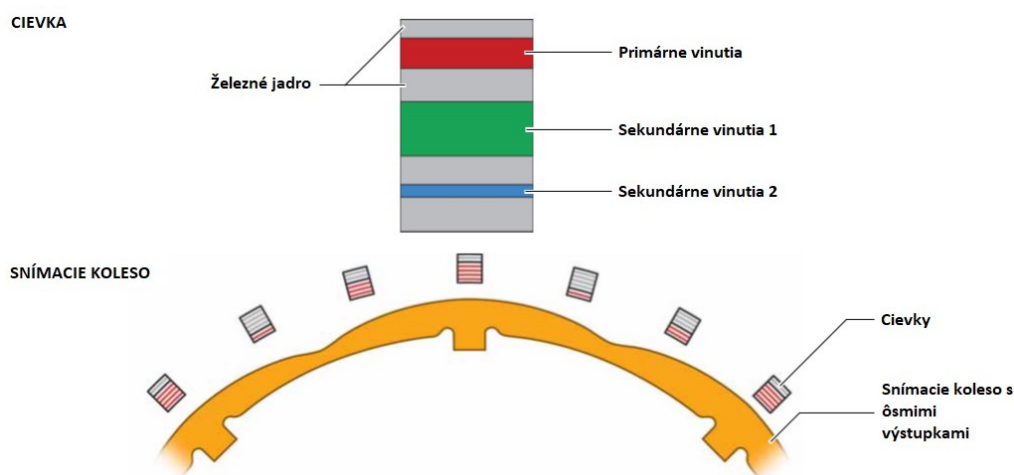
Na nosnom krúžku, ktorý je súčasťou elektromotora, sa nachádzajú dva typy snímačov, a to snímač teploty a snímač polohy. Ich umiestnenie je zobrazené na obrázku č. 9. [3]

#### NTC snímač teploty elektrického pohonu (G712)

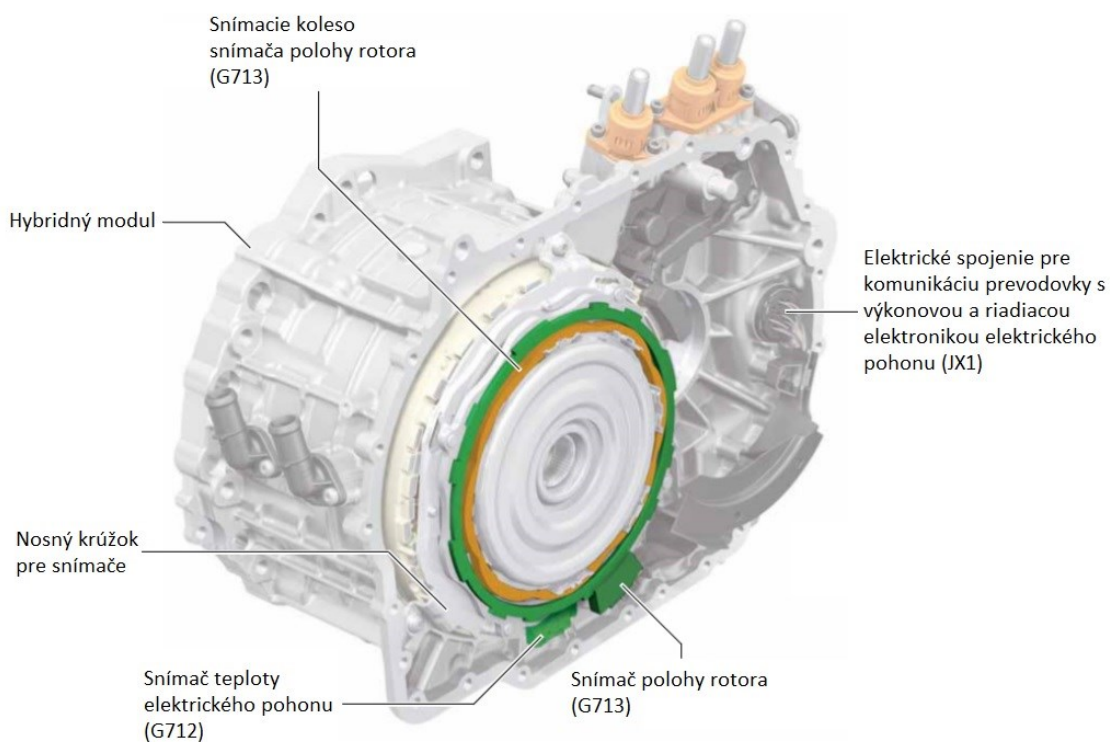
Snímač meria teplotu hnaného motora. Vysiela signály do riadiacej jednotky J841. Výkon je obmedzený pri teplotách nad 150 °C. Nad 180 °C už nie je aktivovaný, aby nedošlo k prehriatiu. [3]

### Snímač polohy rotora (G713)

Snímač určuje presnú polohu magnetov na rotore vzhľadom k statoru. Skladá sa z pevných cievok a snímacieho kolesa namontovaného na rotore. Signál vysielača je rozpoznávaný riadiacou jednotkou J841 a následne použitý pre výpočet polohy. Snímač obsahuje 30 cievok zapojených do série. Každá jedna cievka je vyrobená zo železného jadra, jedného primárneho vinutia a dvoch sekundárnych vinutí. Primárne vinutie je napájané budiacim napätím z riadiacej jednotky elektrického pohonu J841. Sekundárne vinutia majú rozdielne typy vinutí. To umožňuje rozlíšiť od seba navzájom sekundárne vinutia č. 1 od sekundárneho vinutia č. 2. Snímacie koleso má osem výstupkov, ktoré indukciou ovplyvňujú prúd v cievkach. [3]



Obrázok 8: Design snímača otáčok G713 [3]



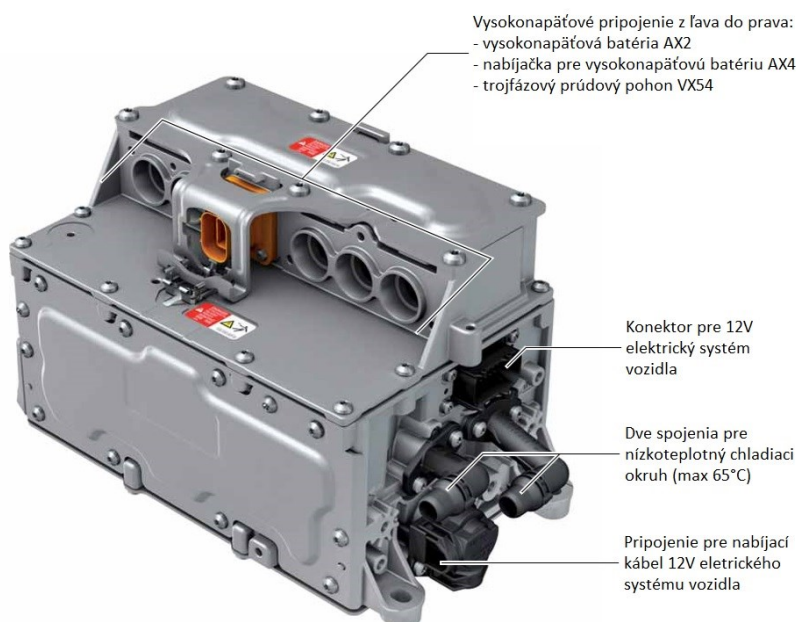
Obrázok 9: Umiestnenie snímačov [3]

### Menič a riadiaca jednotka elektrického pohonu (JX1)

Umiestnená je v ľavej časti motorového priestoru. Ovláda trojfázový synchronný motor s permanentnými magnetmi VX54, nabíjanie 12V batérie a napájanie do elektronického systému vozidla. Tvorí spojenie medzi nabíjacou jednotkou pre vysokonapäťovú batériu AX4 a vysokonapäťovú batériu AX2. [3]

Je tu využitá nová generácia výkonovej a riadiacej jednotky pre elektrický pohon JX1, kde boli vykonané nasledujúce zmeny:

- vylepšenie meniča napätia DC/AC pre hnaný motor A37 použitím vysoko výkonných tranzistorov a vďaka tomu je možné, aby prúd s hodnotou 450 A tiekol dlhšie,
- spojenia medzi chladiacim okruhom a medzi obvodom kondenzátorom C25 boli optimalizované,
- nabíjací výkon meniča napätia A19 sa zvýšil z hodnoty 2,5 kW na hodnotu rovnú 3 kW. [3]

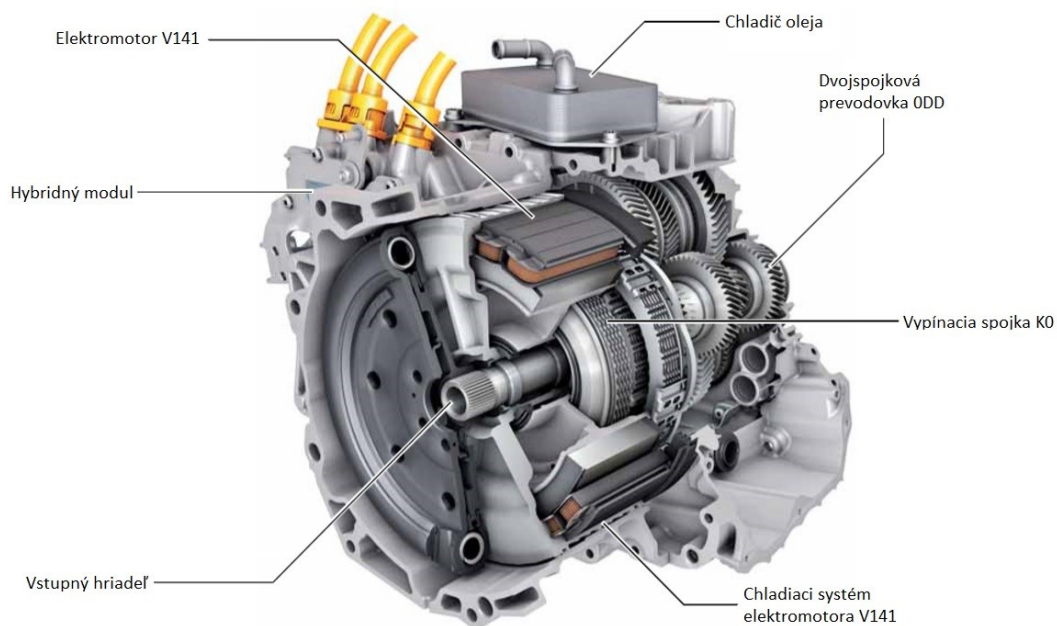


Obrázok 10: Výkonová a riadiaca jednotka elektrického pohonu (JX1) [3]

### Šesťstupňová dvojspojková prevodovka (ODD)

Prevodovka má tri lamelové spojky, dve hnacie spojky (K1, K2) a vypínaciu spojku K0. Spojky K1 a K2 spájajú obidve polovice prevodového ústrojenstva s elektrickým motorom V141 a slúžia pre radenie prevodových stupňov. Vypínacia spojka K0 spája alebo oddeľuje spaľovací motor s elektrickým motorom V141. Všetky tri spojky pracujú v oleji. V prípade, že je spojka K0 zapnutá, môže byť vozidlo poháňané spaľovacím motorom alebo kombinovaným pohonom a naopak, ak je spojka K0 vypnutá, tak vozidlo je poháňané čisto na elektrický pohon. [3]





Obrázok 11: Zostava prevodovky a elektromotora [3]

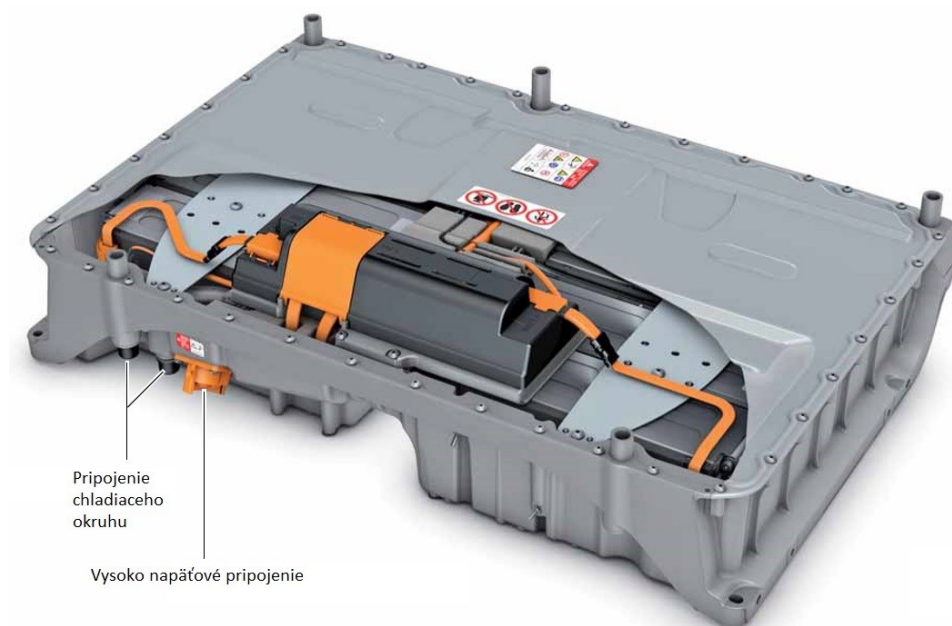
### Vysokonapäťová batéria (AX2)

Skladá sa z 96 lithium-ionových článkov a napätie jedného článku má hodnotu 3,6 V. Nominálne napätie batérie má hodnotu 345 V. Kapacita vysokonapäťovej batérie má hodnotu 34 Ah, respektíve 13 kWh. Batéria ďalej napája tieto spotrebiče:

- trojfázový prúdový pohon VX54,
- vysokonapäťový chladič Z115,
- elektrický kompresor klimatizácie V470. [3]

Riadiaca jednotka regulácie batérie J840 je mastrom pre spínaciu jednotku akumulátoru SX6 a vykonáva nasledujúce funkcie:

- monitorovanie hlavného vedenia,
- reguláciu teploty vysokého napätia batérie,
- vyhodnotenie poruchy,
- ovládanie blokovacieho relé,
- meranie a vyhodnocovanie napätia batérie,
- vyhodnotenie snímača prúdu,
- meranie teploty modulov,
- vyrovnávanie napätia článku,
- monitorovanie izolačného odporu – izolačný odpor je monitorovaný spínacou jednotkou SX6, ktorá po kontrole vyšle signál k riadiacej jednotke regulácie batérie J840. [3]



Obrázok 12: Vysokonapätová batéria (AX2) [3]

#### Nabíjacia jednotka vysokonapätovej batérie (AX4)

Reguluje proces nabíjania pre vysokonapätovú batériu. Je ovládaná pomocou jednotky pre nabíjanie vysokonapätovej batérie J1050. Taktiež dodáva energiu vysokonapätovému ohrievaču Z115 a elektrickému klimatizačnému kompresoru V470, čo umožňuje fungovanie klimatizácie aj počas nabíjacieho cyklu. [3]

#### Nabíjačka vysokonapätovej batérie (UX4)

Zásuvka pre nabíjanie je uložená v mriežke chladiča a je uzatvorená zátkou, ktorá sa zamyká a odomyká pomocou centrálneho zamykania. Vedľa zásuvky sa nachádzajú 2 tlačidlá a LED signalizujúca nabíjanie. [3]



Obrázok 13: Port pre pripojenie nabíjačky batérie s komponentmi [3]

Komponenty nabíjacej zásuvky:

- tlačidlo voľby profilu nabíjania E808
  - ak je naprogramovaný čas odchodu, je možné zrušiť jeho výber alebo ho aktivovať pomocou tohto tlačidla,
- tlačidlo okamžitého nabitia E766
  - umožní spustiť proces nabíjania bez ohľadu na to, či je naprogramovaný čas odchodu,
  - proces nabíjania je možné pozastaviť alebo zastaviť,
- LED modul signalizujúci nabíjanie zásuvky L263,
- pohon pre zámok klapky nabíjania vysokého napätia F496. [3]

Nabíjacie možnosti a časy nabíjania:

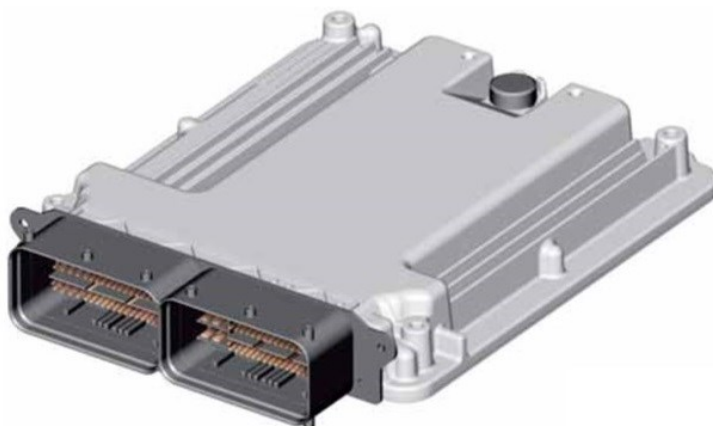
- nabíjací kábel s reguláciou nabíjania (4h 15 min),
- domáca nabíjacia stanica (2h 30 min),
- nabíjací kábel pre verejné nabíjacie stanice (2h 30 min). [3]

#### Riadiaca jednotka motora (J623)

Riadiaca jednotka bola rozšírená o riadenie hybridných funkcií. Rozhoduje o čo najefektívnejšom riadení vozidla. Ďalšou funkciou je vysokonapäťový koordinátor, ktorý monitoruje všetky vysokonapäťové komponenty. Po úspešnej kontrole všetkých týchto komponentov vydá vysokonapäťový koordinátor autorizáciu. V prípade problémov bude vodič informovaný prostredníctvom varovnej kontrolky na združenom prístroji. [3]

Medzi hlavné funkcie riadiacej jednotky patria:

- prevádzka spaľovacieho motora a elektrického pohonu,
- rozdelenie krútiaceho momentu,
- kontrola rekuperácie,
- riadenie okruhu chladiacej kvapaliny pre spaľovací motor,
- poskytovanie informácií špecifických pre PHEV (tok energie, merač výkonu),
- monitorovanie vysokonapäťových komponentov (vysokonapäťový koordinátor). [3]



Obrázok 11: Riadiaca jednotka motora [3]

## 2. Návrh HW časti a analýza komunikácie vozidla

V tejto kapitole bude rozoberaná funkčnosť prevodníka pre CAN zbernice. Ďalej bude venovaný dôraz na pripojenie a nastavenie prevodníka k vozidlu. Nakoniec bude rozpracovaná samotná analýza komunikácie vozidla pre hybridný pohon.

### 2.1 Popis prevodníka VN 1630A

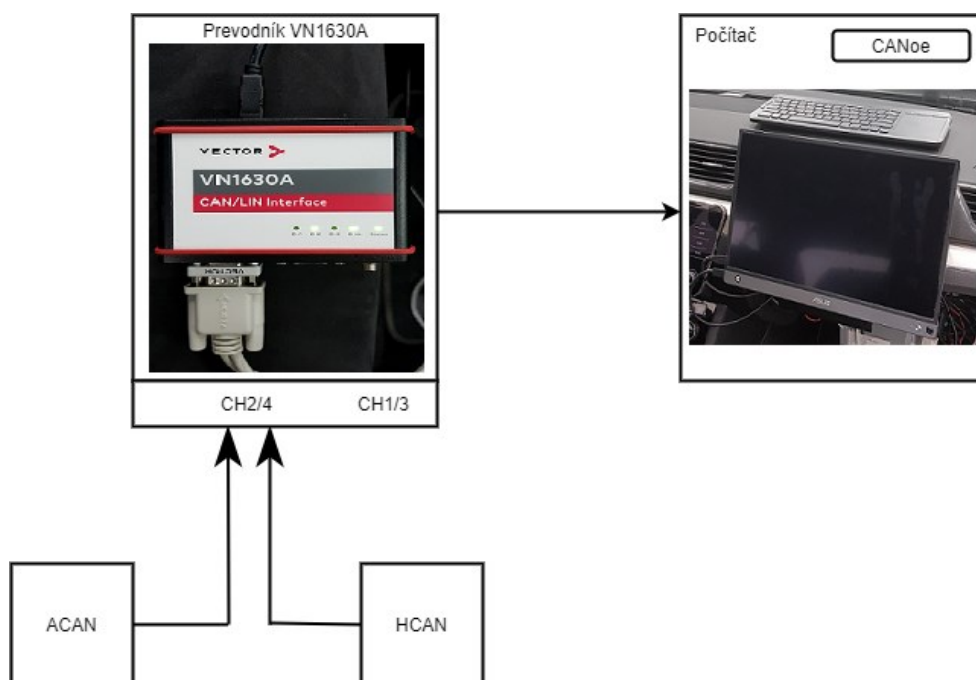
Táto podkapitola sa bude venovať popisu využitého USB/CAN prevodníka. Pre spojenie komunikácie vozidla s počítačom sa využíva množstvo prevodníkov od rôznych výrobcov. Môžu sa líšiť v počtoch kanálov, ktoré môžu čítať alebo aj podľa typu zbernice (LIN, CAN...). Pri realizácii tejto bakalárskej práce bol použitý prevodník od firmy VECTOR, konkrétne VN 1630A. Tento prevodník dokáže pripojiť naraz až 4 kanály typu CAN alebo LIN naraz (CAN/CAN a LIN/CAN). Prevodník je vybavený dvomi D-SUB9 konektormi na jednej strane, pomocou ktorých je možné sa pripojiť na požadované kanály (CH1/CH3 a CH2/CH4). Konektor Binder type 711 možno použiť na synchronizáciu času rôznych vektorových zariadení. Každý D-SUB9 konektor je možné pripojiť na dva kanály pomocou duálneho CAN kábla 2Y (označený CHA, CHB). Na druhej strane sa nachádza USB 2.0 High speed pripojovací port, pomocou ktorého je možné nadviazať spojenie s počítačom a následne s aplikáciou CANoe. D-SUB9 konektor na druhej strane slúži pre úlohy digitálno-analógového vstupu/výstupu, ktorý sa označuje ako kanál 5 (CH5). Prevodník obsahuje 5 LED kontroliek, ktoré signalizujú stav pripojenia zariadenia a nadviazané spojenie s kanálmi. Na obrázku č. 14 môžeme vidieť konkrétny typ prevodníka aj s rozmiestnením konektorov. [4]



Obrázok 14: Prevodník VECTOR VN 1630A [4]

## 2.2 Pripojenie prevodníka VN 1630A k vozidlu Škoda Superb iV

Táto podkapitola sa bude zaoberať konkrétnym pripojením prevodníka k vozidlu. Prevodník VN 1630A bol pripojený k vozidlu pomocou rozvojovacieho CAN kábla 2Y. Pre pripojenie boli využité dve vyvedené zbernice pod priehradkou spolujazdca označené ako ACAN a HCAN, ktoré sú napínané do D-SUB9 konektorov pre ľahšie spojenie s prevodníkom. ACAN je odvodený od slova Antrieb a v preklade znamená motorová/pohonná CAN zbernica. HCAN je odvodený od slova Hybrid a v preklade znamená hybridná CAN zbernica. Na zbernici sa pripájalo pomocou D-DUB9 konektora (kanál CH2 / kanál CH4) a rozvojovacieho 2Y CAN kábla (ACAN → kanál CHB, HCAN → CHA). Kanále CH2 a CH4 sú od seba kapacitne oddelené pomocou konektorového rezistora s hodnotou 120 Ω. Následne je potrebné prepojiť prevodník pomocou USB kábla s počítačom. Blokovú schému pripojenia prevodníka od počítača až k vozidlu môžeme vidieť na obrázku č. 15.



Obrázok 15: Bloková schéma pripojenia prevodníka k vozidlu

Aby bolo možné zapnúť počítač, je potrebné si otvoriť batožinový priestor, v ktorom sa nachádza ovládač pre zapnutie/vypnutie meniča napätia. Tento menič napätia napája dodatočne domontované systémy vo vozidle, ako sú napr. počítač a iné, ktoré pracujú pod napätím 230 V. Po stlačení tlačidla na ovládači zaznie zvukový signál a následne sa rozsvietia kontrolky na predlžovacích kábloch a v priebehu niekoľkých sekúnd sa zapne aj počítač, na ktorom je nainštalovaný software pre analýzu zberníc. Po spustení počítača je potrebné spustiť aplikáciu CANoe prostredníctvom odkazu, ktorý je pomenovaný Configuration1.cfg. Po rozkliknutí odkazu sa potom spustí vizualizačné prostredie CANoe, pomocou ktorého bude možné analyzovať komunikáciu vozidla. Na správne zapojenom prevodníku musí svietiť zelená LED kontrolka signalizujúca stav pripojenia k počítaču. Tento stav môžeme vidieť na obrázku č. 16.

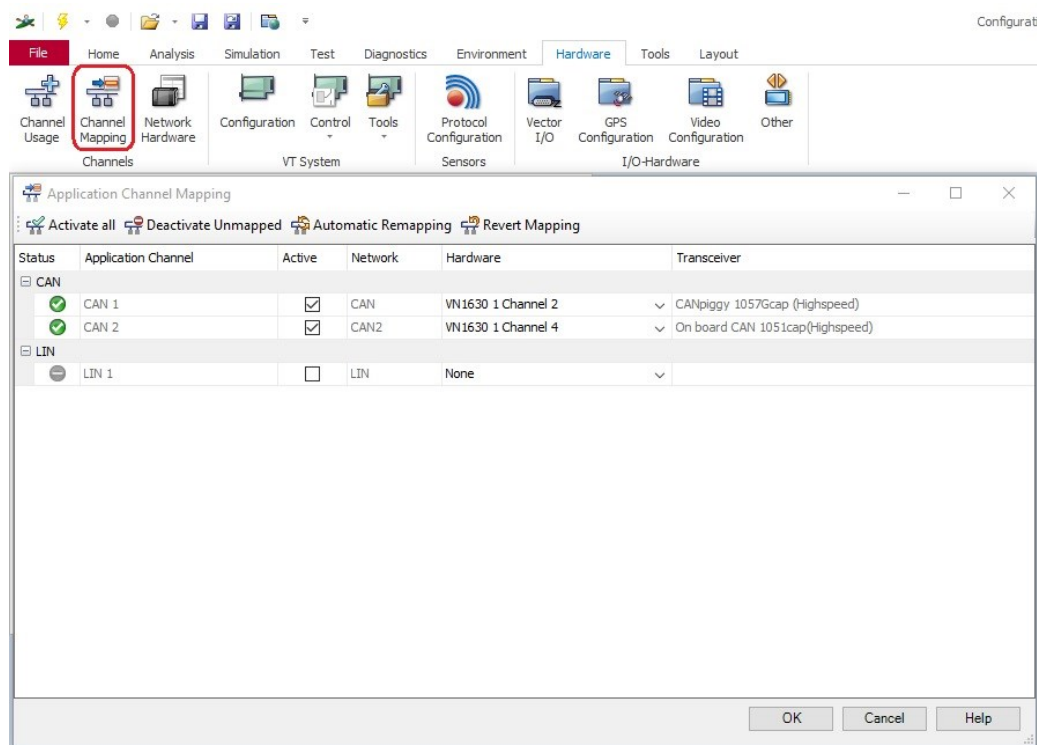




Obrázok 16: Signalizácia stavu zapojenia prevodníka

## 2.3 Nastavenie softwaru a prevodníka

Po spustení softwaru CANoe prostredníctvom odkazu Configuration1.cfg sa nám zobrazí vizualizačné prostredie softwaru pre analýzu komunikačných zberníc. Pred samostatným spustením simulácie je ešte potrebné nastaviť komunikačné kanály, ktoré bude možné sledovať. V záložke Configuration sa nachádza okno pomenované Configuration setup, pomocou ktorého budú sledované dve zbernice (CAN a CAN2). Prvá zbernica CAN sleduje hybridnú CAN zbernicu a má priradenú databázu HCAN. Druhá zbernica CAN2 sleduje pohonnú/motorovú CAN zbernicu a má priradenú databázu ACAN. Tieto zbernice sú na komunikačných kanáloch CAN1 a CAN2. Po tomto kroku nasleduje nastavenie komunikačných kanálov. V záložke Hardware --> Channel Mapping sa nastavuje konkrétne ktoré kanály chceme sledovať. Správne nastavenie sledovaných kanálov vidíme na obrázku č. 17. Ešte pred samotným spustením simulácie je potrebné zapnúť zapaľovanie vozidla do prvej polohy (KL15) a následne zapnúť simuláciu pomocou združeného spúšťacieho tlačidla START/STOP v záložke Home. Po tomto kroku bude možné prejsť k samotnej analýze komunikácie vozidla Škoda Superb iV.



Obrázok 17: Nastavenie sledovaných kanálov

## 2.4 Analýza komunikácie vozidla

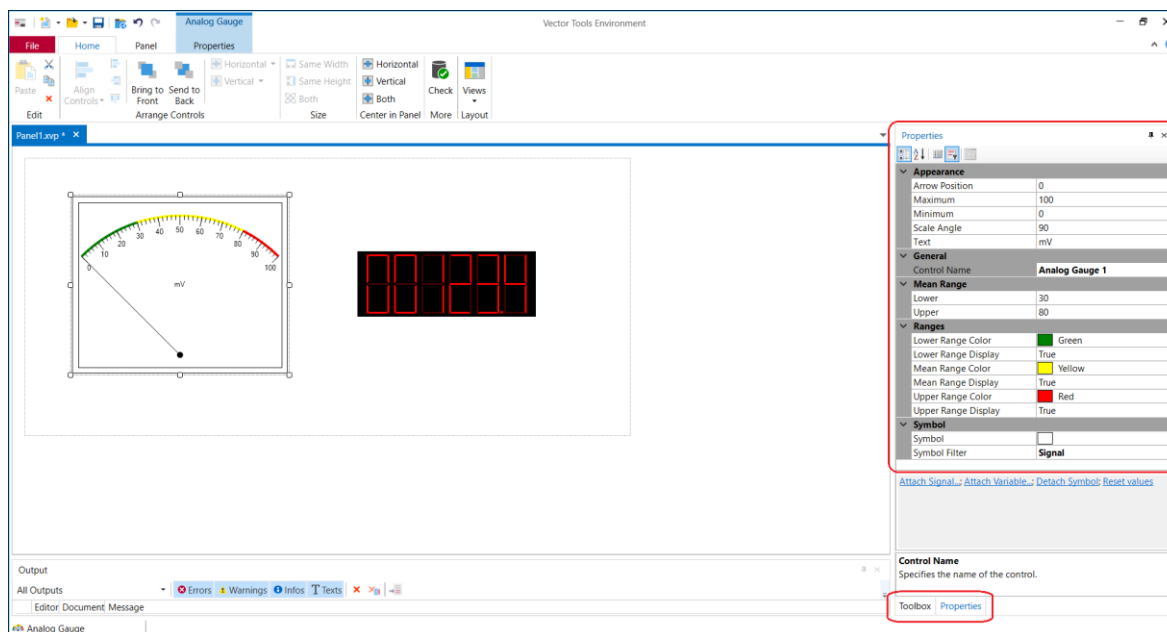
Prvým krokom analýzy komunikácie vozidla bolo preskúmať dodané dátové matice od vedúceho bakalárskej práce. Boli dodané dve dátové matice a to ACAN databáza a HCAN databáza. Tieto dátové matice bolo potrebné nainportovať do sledovaných zberníc CAN a CAN2. Databázy do zberníc bolo potrebné nainportovať tak, že do sledovanej zbernice CAN nainportovať databázu MQB\_HCAN\_KMatrix\_20210303modSIM a do sledovanej zbernice CAN2 nainportovať databázu MQB\_ACAN\_KMatrix\_20210303modSIM\_v1. Súčasťou dátovej matice sú správy a signály potrebné na zistenie rôznych stavov a správania vozidla a hlavne na tvorbu softwarovej aplikácie (vizualizačného panela). Následne bolo potrebné si obidve dátové matice postupne prejsť, zanalyzovať a nájsť potrebné signály, ktoré obsahujú požadované sledované veličiny ako hybridnej, tak aj motorovej, respektíve pohonnej zbernice. Keďže tieto dátové matice sú v nemeckom jazyku, bolo potrebné si požadované signály a správy najskôr preložiť do slovenského jazyka eventuálne do českého jazyka. Po preklade požadovaných signálov boli všetky potrebné signály spísané do jedného textového editora, aby boli ľahšie dohľadateľné pri tvorbe vizualizačného panela. Ďalšou časťou analýzy komunikácie vozidla bolo pomocou okna Trace sledovať zmeny signálov v čase. Aby bolo možné sledovať vytipované signály, bolo potrebné sa s vozidlom pohnúť aspoň na pár metrov alebo vykonať jazdnú skúšku na valcovej skúšobni a tým pádom bolo zistené, či sa signály menia alebo sú konštantné. Týmto spôsobom bolo možné vylúčiť a roztriediť signály potrebné na tvorbu vizualizačného panela a signály, ktoré k tvorbe softwarovej aplikácie sú nepotrebné.

## 3. Vývoj vizualizačného panela

Táto kapitola sa bude zaoberať popisom vývoja vizualizačného panelu pre hybridné vozidlo Škoda Superb iV, ktorý nájde svoje uplatnenie pri tvorbe laboratórnej úlohy. Laboratórna úloha je súčasťou tejto Bakalárskej práce a bude slúžiť na zoznámenie študentov so správaním hybridného systému vozidla pre predmet Automobilová elektronika I. respektíve II. Vizualizačný panel bol tvorený pomocou softwaru CANoe, ktorý slúži na analýzu, vývoj, simuláciu, testovanie a diagnostiku elektronických riadiacich jednotiek a rovnako aj komunikačných zberníc. Vozidlá v dnešnej dobe obsahujú niekoľko desiatok, ba až stoviek riadiacich jednotiek, ktoré medzi sebou navzájom komunikujú prostredníctvom CAN zbernice. USB/CAN prevodník sa dokáže pripojiť na požadovanú zbernicu CAN alebo elektronickú riadiacu jednotku a prečítať všetky informácie vo forme správ, ktoré obsahujú niekoľko signálov s určitými informáciami vo forme fyzikálnych veličín alebo informácie o rôznych prevádzkových stavoch.

### 3.1 Popis grafického prostredia

Pomocou nástroja Panel Designer bol vytvorený vizualizačný panel, ktorý nesie názov Panel1. Nástroj Panel Designer slúži na vytvorenie tzv. grafického prostredia, v ktorom môžeme sledovať meniace sa fyzikálne veličiny alebo rôzne stavy v tomto prípade hybridného pohonu. Pomocou funkcie Toolbox bol vybraný prvok pre zobrazenie požadovaného signálu buď formou tzv. číselného monitora alebo analógového meracieho prístroja. Ďalšou funkciou, ktorá bola veľmi často využívaná, je funkcia Properties a vďaka tejto funkcii bolo možné nastaviť prvok zobrazenia a priradiť k nej požadovaný signál alebo systémovú premennú. Ďalej je možné nastaviť farebné prevedenie prvku, rôzne limity a rozsahy. Po overení funkčnosti panela bolo potrebné všetky meracie prvky textovo popísať, čo ktorý prvok znamená a v akých jednotkách zobrazuje. Tento postup sa opakoval pri tvorbe všetkých panelov.



Obrázok 18: Panel Designer

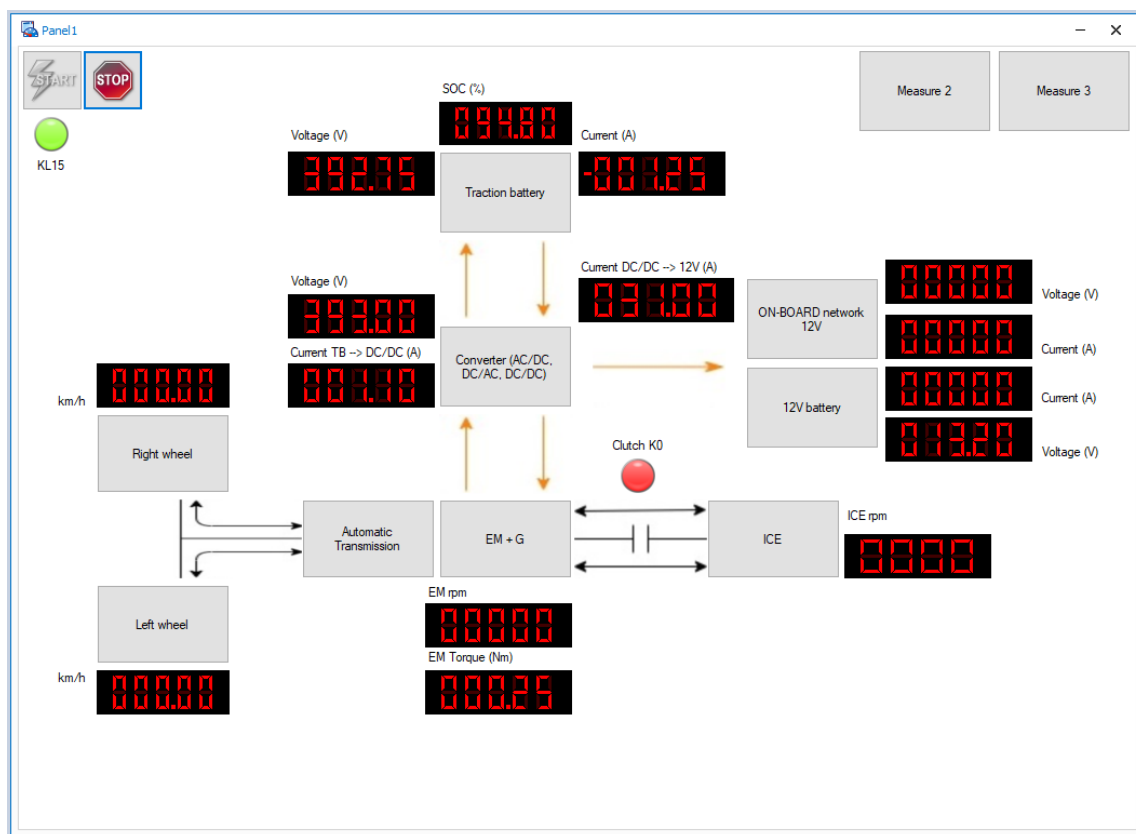
### 3.2 Tvorba hlavného vizualizačného panela

Hlavný vizualizačný panel bol tvorený podľa skutočnej topológie rozloženia všetkých elektrických a mechanických komponentov vo vozidle týkajúcich sa hlavne hybridného pohonu. Komponenty sú vytvorené pomocou blokov a každý z nich tvorí jednu časť hybridného systému vozidla. Ďalej pri blokoch sú zobrazené fyzikálne veličiny, ktoré sa vysielajú z riadiacich jednotiek prostredníctvom CAN zbernice.

Prvky hlavného vizualizačného panelu.

- ICE – spaľovací motor.
- EM+G – elektromotor s generátorom.
- Automatic transmission – automatická prevodovka.
- 12V battery – 12V batéria.
- Converter (AC/DC, DC/AC, DC/DC) – menič napätia.
- Traction battery – trakčná batéria.
- ON-BOARD network 12V – 12V palubná sieť.
- Measure 2 – blok merania k laboratórnej úlohe.
- Measure 3 – blok merania k laboratórnej úlohe.
- Right wheel – pravé koleso.
- Left wheel – ľavé koleso.





Obrázok 19: Hlavný vizualizačný panel

Väčšinu blokov je možné otvoriť samostatne a sledovať fyzikálne veličiny a stavy konkrétneho bloku. Jednotlivé bloky budú popísané v ďalšej podkapitole. Niektoré meracie monitory sú uvedené s nulovou hodnotou a slúžia k ďalšiemu vývoju softwarovej aplikácie.

### 3.3 Tvorba pridružených vizualizačných panelov

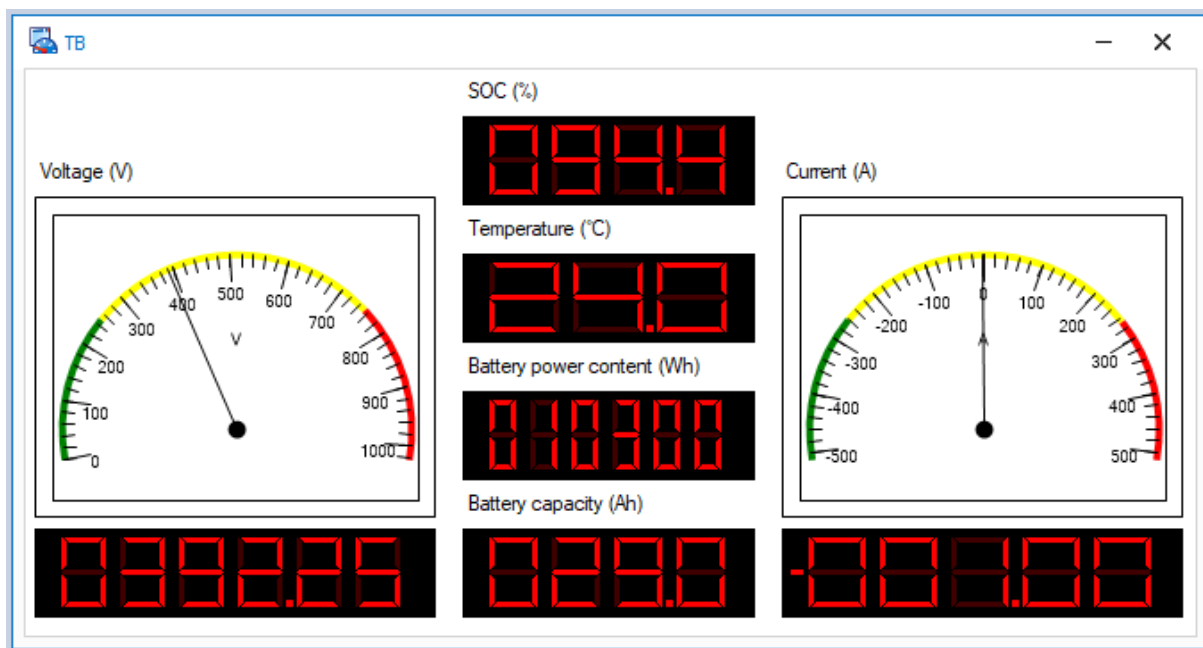
Súčasťou tejto kapitoly budú všetky vizualizačné panely, ktoré boli vizualizované na hlavnom paneli vo forme blokov a po samotnom rozkliknutí sa zobrazia ďalšie vizualizačné panely konkrétnych blokov, v ktorom sa nachádzajú ďalšie sledované veličiny.

Bloky, ktoré je možné rozkliknúť, sú uvedené v nasledujúcom zozname.

- Blok trakčnej batérie.
- Blok spaľovacieho motora.
- Blok meniča napätia.
- Blok elektromotora.
- Dva bloky slúžiace na meranie laboratórnej úlohy.

### Trakčná batéria (TB)

Prvý panel, ktorý bol vyvíjaný, bude vizualizačný panel pre trakčnú batériu, ktorý nesie názov TB. Pomocou tohto bloku je možné sledovať prevádzkové stavy trakčnej batérie, ktoré sú popísané pod obrázkom č. 20.



Obrázok 20: Panel trakčnej batérie (TB)

Panel trakčnej batérie zobrazuje nasledovné fyzikálne veličiny.

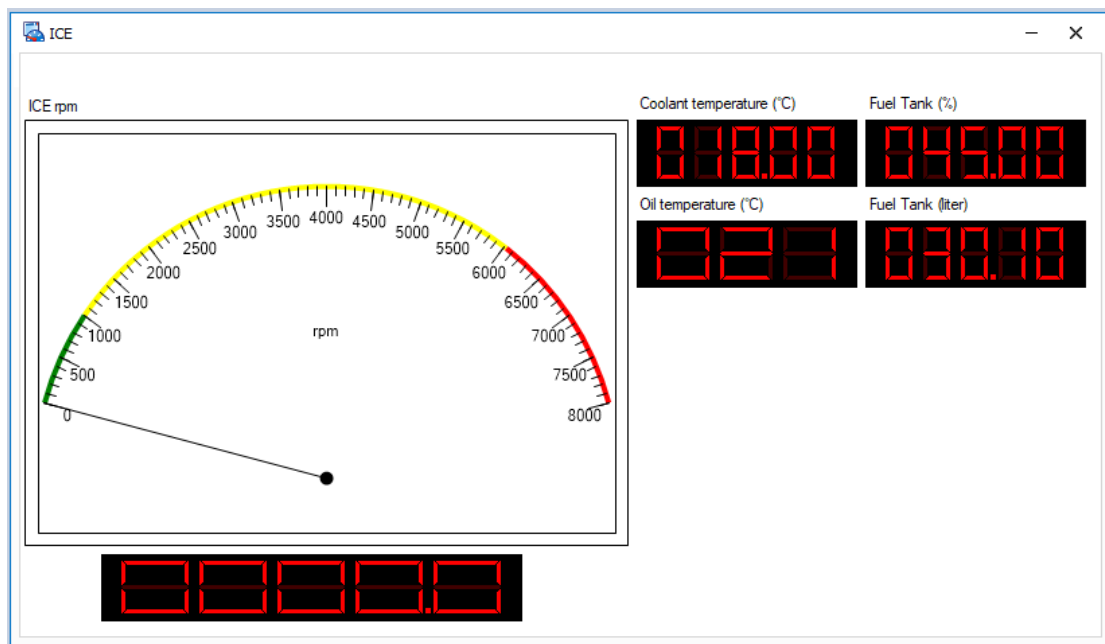
- Napätie trakčnej batérie (V).
- Prúd trakčnej batérie (A).
- Kapacita trakčnej batérie (Ah).
- Využitelný energetický obsah trakčnej batérie (Wh).
- Teplota trakčnej batérie (°C).
- SOC - stav nabitia trakčnej batérie (%).

### Spaľovací motor (ICE)

Ďalším panelom, ktorý je tiež veľmi dôležitou súčasťou hybridného pohonu vozidla, je vizualizačný panel pre spaľovací motor. Tento panel je pomenovaný ICE. Hlavnou funkciou tohto panelu je zobrazenie otáčok motora, a teda aj jeho funkčnosť, nakoľko spaľovací motor nefunguje vždy, ale len pri určitých podmienkach.

Podmienky pre spustenie spaľovacieho motora si môžeme zhrnúť do pár bodov:

- Veľmi nízke SOC trakčnej batérie – ak poklesne SOC na hodnotu približne 20 %, vtedy sa automaticky spustí spaľovací motor. Toto platí za predpokladu, že je aktívny elektrický motor pri nulovej alebo nenulovej rýchlosti vozidla.
- Teplota elektromotora – ak teplota elektromotora bude väčšia ako 130 °C, vtedy sa automaticky spustí spaľovací motor. Toto platí za predpokladu, že je aktívny elektrický motor.
- Režim Sport – obvykle sa v tomto režime spaľovací motor spustí po prekročení 20 km/h a zväčša ostáva aj po zastavení naštartovaný, aby udržiaval prevádzkovú teplotu.



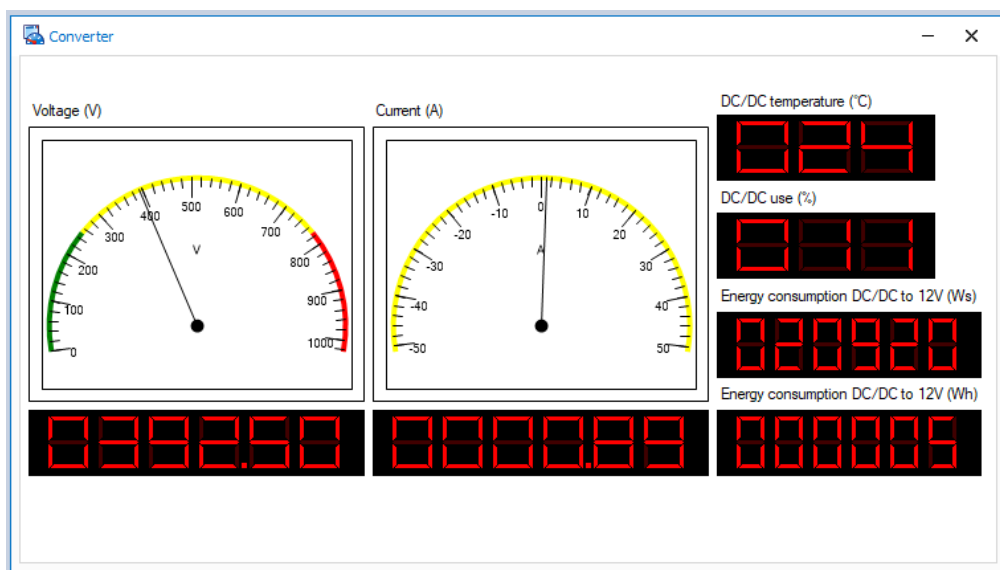
Obrázok 21: Panel spaľovacieho motora (ICE)

Panel spaľovacieho motora zobrazuje nasledovné fyzikálne veličiny.

- Otáčky spaľovacieho motora (ot./min).
- Teplotu chladiacej kvapaliny (°C).
- Teplotu oleja (°C).
- Stav paliva v palivovej nádrži (%).
- Stav paliva v palivovej nádrži (liter).

### Menič napätia (Converter)

Ďalší panel, ktorý bol vytvorený, je vizualizačný panel meniča napätia. Tento panel zobrazuje veličiny, ktoré sú vypísané pod obrázkom č. 22. Tento panel vizualizuje aj hodnotu, koľko energie je dodávané do 12V palubnej siete.



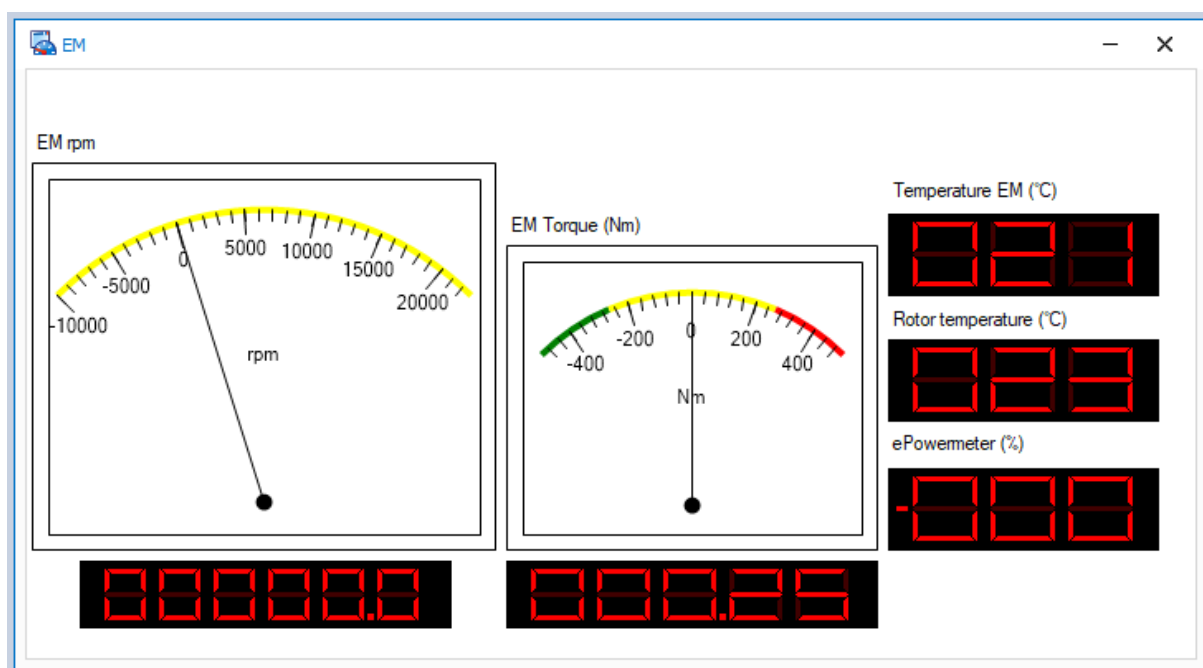
Obrázok 22: Panel meniča napätia (Converter)

Panel meniča napätia zobrazuje nasledovné fyzikálne veličiny:

- Napätie meniča(V).
- Prúd meniča (A).
- Teplotu meniča napätia (°C).
- Využitie meniča napätia (%).
- Spotrebu energie z meniča DC/DC do 12V siete (Ws).
- Spotrebu energie z meniča DC/DC do 12V siete (Wh).

### Elektromotor (EM+G)

Tento vizualizačný panel, ktorý nesie názov EM, zobrazuje správanie motorgenerátora pri statickom a dynamickom stave. Pomocou neho je možné sledovať aj teplotu, ktorá je tiež veľmi dôležitá, aby sa motorgenerátor neprehrial pri rôznych zaťaženiach a jazdných skúškach týkajúcich sa merania, taktiež zobrazuje hodnotu stlačenia akceleračného pedálu v %, ktorú si môžeme porovnať so združeným prístrojovým panelom pred vodičom.



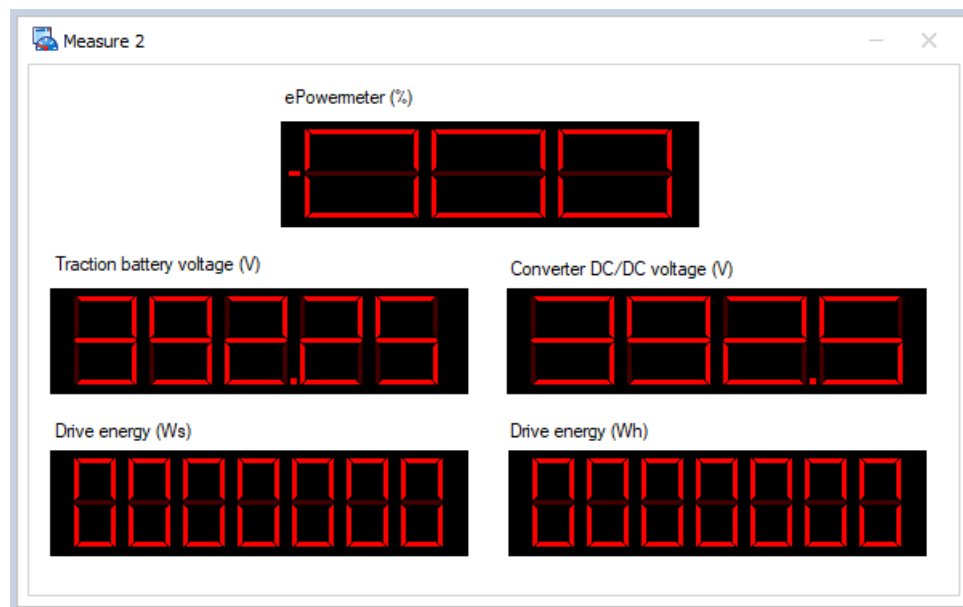
Obrázok 23: Panel elektromotora (EM+G)

Panel elektromotora zobrazuje nasledovné fyzikálne veličiny:

- Napätie elektromotora (V).
- Prúd elektromotora (A).
- Teplotu elektromotora (°C).
- Teplotu rotora elektromotora (°C).
- Hodnotu akceleračného pedálu (%).

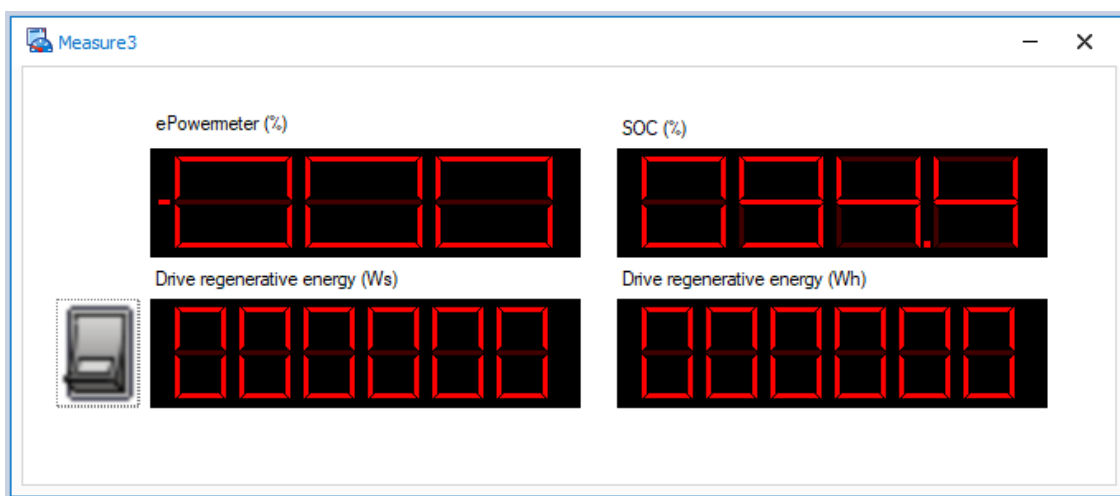
### Bloky meraní (Measure 2, 3)

Následovné dva panely sú využité pre zmeranie laboratórnych úloh. Panel merania č. 2 sa zaoberá meraním spotrebovanej energie za určitú jazdnú skúšku pri rôznych ťažných silách. Na LCD monitor je privádzaná upravená hodnota pomocou programovacieho jazyka CAPL a následne druhý LCD monitor zobrazuje túto hodnotu prevedenú z Ws na Wh. Spotrebovaná energia pohonu sa začne počítať po uvedení vozidla do chodu.



Obrázok 24: Panel merania č. 2

Panel merania č. 3 sa zaoberá meraním rekuperovanej energie v dvoch režimoch (D/B). Režim D je klasický režim drive. Režim B sa využíva väčšinou k maximálnej rekuperácii a to znamená, že vozidlo sa snaží čo najčastejšie rekuperovať a tým si aj dobíjať batériu a zvyšovať dojazd na čisto elektrický pohon. Na merací monitor je privádzaná upravená hodnota pomocou programovacieho jazyka CAPL a následne druhý číselný monitor zobrazuje túto hodnotu prevedenú z Ws na Wh. Pomocou vypínača je možné spustiť meranie rekuperovanej energie podľa potreby.



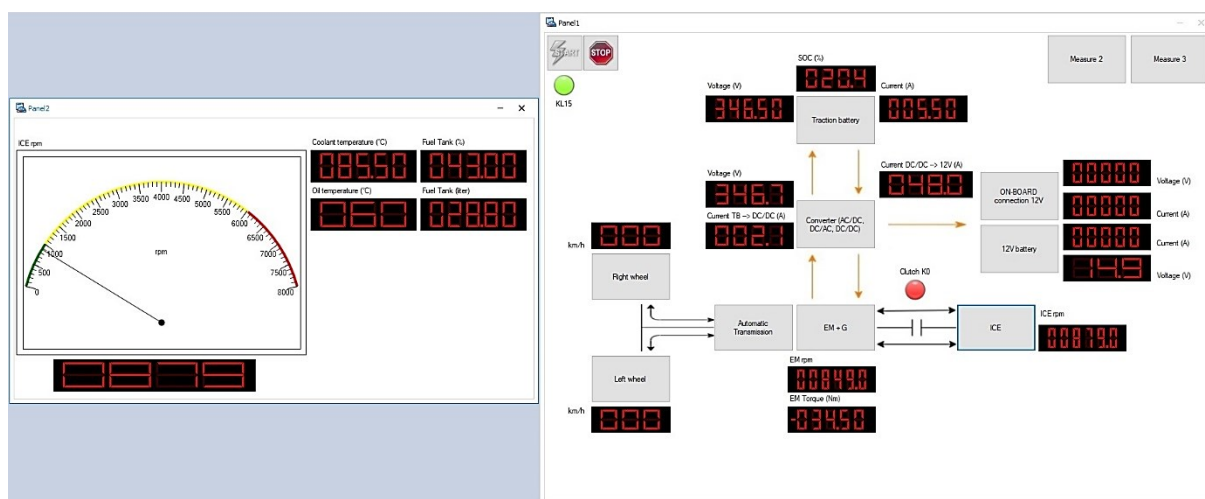
Obrázok 25: Panel merania č. 3

## 4. Experimentálne overenie a tvorba laboratórnej úlohy

Záverečná kapitola sa bude venovať overeniu funkčnosti panela a tvorbe laboratórnej úlohy. Je teda za potrebu preukázať, či daný panel funguje správne a čo sa týka laboratórnej úlohy bude popísaná príprava meracieho stanovišťa, nastavenie valcovej skúšobne a samotná tvorba laboratórnej úlohy. Príprava meracieho stanovišťa bude popísaná od samotného uvedenia vozidla na skúšobňu až k nastaveniu samotnej skúšobne.

### 4.1 Overenie funkčnosti panela

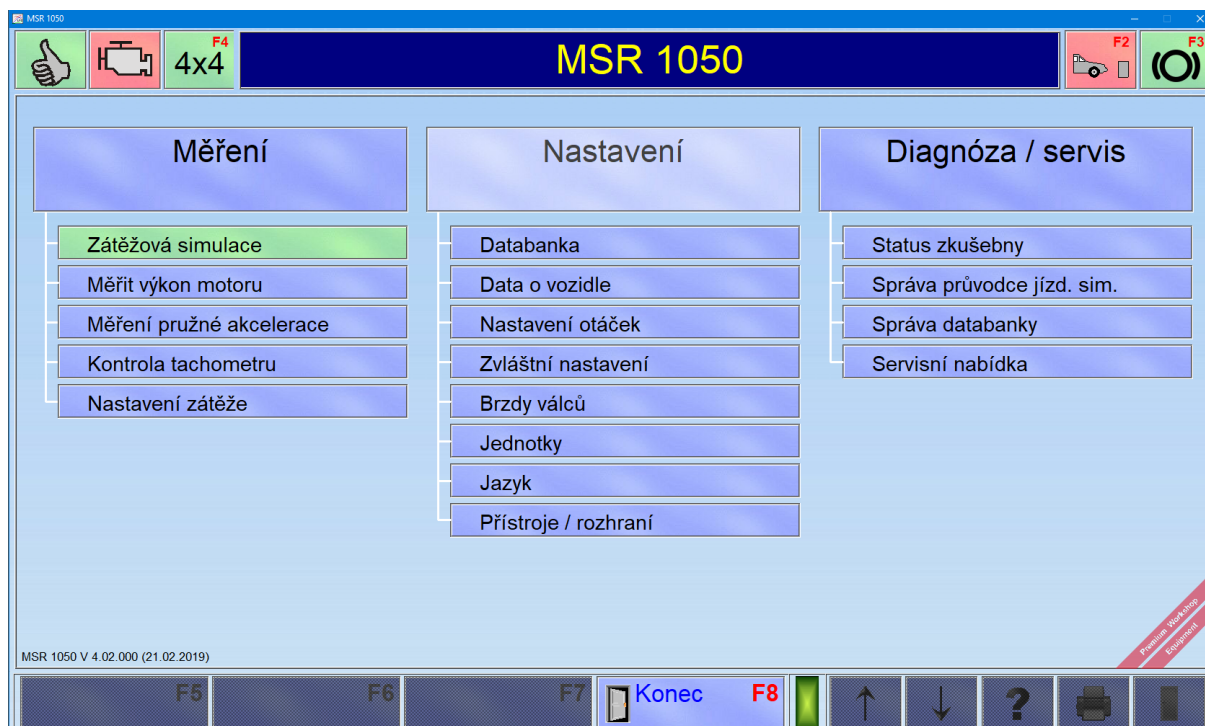
Vizualizačný panel bol overený pomocou panela spaľovacieho motora a hlavného panela. Ako bolo spomenuté v kapitole 3.3, tak spaľovací motor funguje len za určitých podmienok. Ako vidíme na obrázku č. 26, tak spaľovací motor je spustený na základe toho, že úroveň nabitia trakčnej batérie SOC je na hodnote 20,4 % a to značí, že elektromotor nie je momentálne k dispozícii vďaka tomu, že trakčná batéria je málo nabitá, respektíve je vybitá. V tomto prípade spaľovací motor je v chode neustále, až dokým nie je dobitá trakčná batéria, alebo vozidlo nedobije batériu rekuperáciou.



Obrázok 26: Overenie funkčnosti vizualizačného panela.

### 4.2 Popis valcovej skúšobne

Valcová skúšobňa je zariadenie, ktoré neslúži len na meranie výkonu vozidla, ale v automobilovom priemysle má ďaleko širšie využitie. Konkrétne sa jedná o aktívnu skúšobňu, ktorá je vybavená oproti štandardným funkciám na meranie a simuláciu aj režimom pohon skúšobne, ktorý bude popísaný v podkapitole. Aktívna skúšobňa je vybavená dvojicami valcov a umožňuje meranie pre vozidlá s 2wd alebo 4wd. Môže byť vybavená aj emisným analyzátorom pre meranie zložiek emisií výfukových plynov. Software skúšobne má množstvo funkcií či už na meranie alebo testovanie. Je to v podstate všestranne zariadenie. Má široké menu využiteľných funkcií, ako vidíme na obrázku č. 27. Má možnosť merať, zaťažovať a kontrolovať. Pri tejto bakalárskej práci sa využívali dva režimy, ktoré sú popísané v nasledujúcich podkapitolách.



Obrázok 27: Menu valcovej skúšobne MSR 1050

#### 4.2.1 Režim konštantná ťažná sila

Tento režim dokáže nastaviť ťažnú silu, ktorou dokáže zaťažovať vozidlo po celú dobu merania. Čím vyššia je zadaná hodnota ťažnej sily, tým väčší je sklon vozovky a je to v podstate ťažná sila, ktorá pôsobí proti vozidlu. Tento režim je možné použiť napríklad na uvedenie motora do prevádzkovej teploty. Simulovaný sklon vozovky je možné riadiť ľubovoľným prevodovým stupňom alebo rýchlosťou. Účinnosť brzdy pomocou vírivého prúdu zostáva konštantná pri všetkých rýchlostiach.

Postup nastavenia skúšobne pre tento režim.

1. V hlavnom menu sa nachádza záložka Merania → Zátěžová simulácia → Konštantná ťažná sila.
2. Zvolíme hodnotu ťažnej sily, ktorou chceme zaťažovať a klikneme na (F8 pokračovať).
3. Valcová skúšobňa sa následne prepne do režimu konštantnej ťažnej sily a je možné prejsť k samotnému meraniu.
4. Meranie je možné začať alebo ukončiť tlačidlom (F6 Start/Stop) a všetky hodnoty sa po meraní objavia v grafe a v tabuľkách, ktoré je možné predtým nadefinovať v záložke Databanka → Profil záťažovej simulácie (veličiny, ktoré chceme sledovať).

#### 4.2.2 Režim pohon skúšobne

Názov aktívna valcová skúšobňa plyní z toho, že v tomto režime skúšobňa dokáže uviesť vozidlo na svoj pohon na vopred nastavenú rýchlosť samostatne. Každá dvojica valcov má svoj elektromotor, ktorý je ovládaný pomocou frekvenčného meniča. Tento režim dokáže simulovať jazdu po ceste bez toho, aby vozidlo vedelo, že je na valcovej skúšobni. Po nastavení požadovanej rýchlosti je pomocou akceleračnej rampy vozidlo uvedené na vopred nastavenú rýchlosť.

Postup nastavenia skúšobne pre tento režim.

1. V hlavnom menu sa nachádza záložka Merania → Závažová simulácia → Pohon skúšobne.
2. Po nastavení požadovanej rýchlosti je potrebné zadať PIN kód špecifický pre túto skúšobňu, aby sa nedopatrením nespustila samotná simulácia.
3. Valcová skúšobňa sa následne prepne do režimu pohon skúšobne a je možné prejsť k samotnému meraniu.
4. Meranie je možné začať alebo ukončiť tlačidlom (F6 Start/Stop) a všetky hodnoty sa po meraní objavajú v grafe a v tabuľkách, ktoré je možné predtým nadefinovať v záložke Databanka → Profil záťažovej simulácie (veličiny, ktoré chceme sledovať).

### 4.3 Tvorba laboratórnej úlohy

Súčasťou tejto podkapitoly bude skrátený popis prípravy meracieho stanovišta, konkrétne zaistenie vozidla na valcovej skúšobni, pripojenie prevodníka k vozidlu a nastavenie aplikácie pre meranie.



Obrázok 28: Meracie stanovište

#### 4.3.1 Príprava meracieho stanovišta

Prvým krokom prípravy je nachystať vozidlo na valcovú skúšobňu. Je potrebné s vozidlom zájsť presne na skúšobňu tak aby bolo spolu s ňou rovnobežné. Ďalej je potrebné zmeniť vzdialenosť valcov, aby boli presne na rázvore kolies. Následne za pomoci upínacích reťazí a oceľových lán zaistiť vozidlo proti výjdeniu zo skúšobne. Nasleduje zapnutie počítača a meničov. Po úspešnom zapnutí počítača je potrebné spustiť program MAHA a nasadnúť do vozidla, spustiť a pozvoľne uviesť vozidlo do chodu, aby sa zistilo, či je uchytené na skúšobni správne a až potom prejsť k samotnému meraniu. Pri každom vypnutí a zapnutí vozidla sa aktivuje tzv. Front Assist, ktorý slúži proti kolízii vozidla. Je doporučené tento asistent pri každom spustení vozidla v rámci merania manuálne vypnúť, lebo spôsobuje na skúšobni problémy spojené so samočinným pribrzdením, keď zaregistruje pred sebou prekážku.





Obrázok 29: Pripravené vozidlo na valcovej skúšobni

Ďalším krokom je pripojiť prevodník VN 1630A k vozidlu. Pomocou CAN kábla 2Y je potrebné pripojiť prevodník k zberniciam vozidla nasledovne (HCAN → kanál CHA, ACAN → kanál CHB). Pomocou USB kábla pripojiť prevodník k PC. Následne si otvoriť aplikáciu CANoe (odkaz Configuration1.cfg) a v záložke Hardware → Channel mapping nastaviť sledované kanály prevodníka. Toto nastavenie je identické s obrázkom č. 17. Po úspešnom nakonfigurovaní je možné spustiť simuláciu pomocou okna (Trace → združené tlačidlo START/STOP) a pokračovať zadaniami 1., 2., 3. laboratórnej úlohy.

#### 4.4 Výsledky z meraní

V tejto kapitole sú uvedené len skrátené výsledky z meraní a v priloženej laboratórnej úlohe sú uvedené kompletne výsledky z meraní aj s popismi.

##### Experimentálne overenie spotreby energie pohonu

Vozidlo pri ťažnej sile 700 N spotrebovalo za jazdnú skúšku dlhú 100 m v priemere 193 436,66 Ws (53,73 Wh). Pri ťažnej sile 1000 N vozidlo spotrebovalo za jazdnú skúšku v priemere 235 256,66 Ws (65,34 Wh). Samotné merania pre ťažné sily boli prevádzkané trikrát za sebou, aby sa predišlo nežiadúcim chybám a ovplyvnením ľudským faktorom.

##### Experimentálne overenie rekuperovanej energie

V režime D pri konštantnej rýchlosti 60 km/h vozidlo narekuperovalo 10 450 Ws (2 Wh). Prejdená vzdialenosť, ktorú vozidlo prešlo, bola 818 m. Tento režim je klasický režim drive a nie je vybavený funkciou rekuperatívneho brzdenia, takže vozidlo rekuperuje len minimálne. Režim B pri konštantnej rýchlosti 60 km/h narekuperoval 321 630 Ws (89 Wh). Prejdená vzdialenosť v tomto prípade činila 979 m. Režim B je totiž prispôbostený na to, aby rekuperoval čo najčastajšie, takže v tomto režime sa vozidlo snažilo narekuperovať v rámci jazdnej skúšky čo najviac.

## Záver

V úvodnej časti bakalárskej práce bol rozpracovaný teoretický rozbor vo všeobecnosti, v ktorom boli rozdelené hybridné pohony podľa usporiadania komponentov a podľa stupňa hybridizácie. Ďalšia časť teoretického rozboru sa zaoberala konkrétnym vozidlom Škoda Superb iV. Rozpracované boli všetky časti hybridného pohonu aj s popisom funkčnosti. Výsledkom bolo vypracovanie blokovej schémy prepojenia všetkých vysokonapäťových komponentov týkajúcich sa hybridného pohonu (viď obrázok č. 5).

V druhej časti bola zanalyzovaná komunikácia vozidla pomocou prevodníka Vector VN 1630A. Následne bola navrhnutá bloková schéma zapojenia prevodníka s vozidlom. Prevodník dokáže čítať celú komunikáciu vozidla na základe signálov a správ vysielaných po zbernici. Na základe tohto boli získané informácie ohľadne hybridného pohonu vozidla a jeho chovaní, ktoré poslúžili pri následnej tvorbe softwarovej aplikácie.

V ďalšej časti bol vytvorený vizualizačný panel pomocou programu CANoe. Pomocou signálov a správ zozbieraných z analýzy komunikácie vozidla boli následne vytvorené bloky jednotlivých komponentov hybridného pohonu. Blokom boli pridelené sledovacie číselné monitory a analógové meracie prístroje, ktoré na základe prijatých signálov zobrazovali fyzikálne veličiny. Niektoré signály bolo potrebné previezť pomocou programovacieho jazyka CAPL, aby fungovali správne a počítali potrebné hodnoty.

V poslednom bode zadania bola overená funkčnosť vizualizačných panelov a taktiež bola vytvorená laboratórna úloha pre zoznámenie študentov s hybridným pohonom vozidla a aktívnou valcovou skúšobňou. Laboratórna úloha bude využitá vo výuke Automobilovej elektroniky 1. a 2. Jedná sa o pochopenie hybridného pohonu ako celku, respektíve ako funguje, aké sú možnosti dobíjania batérie a koľko vozidlo spotrebuje energie za určitú prejdenu vzdialenosť.

Na záver je možné skonštatovať, že boli splnené všetky body zadania tejto bakalárskej práce.

## Použitá literatúra

- [1] **MojElektromobil.sk**, © 2010-2018. *Elektromobil info: Všetko čo potrebujete vedieť o elektromobiloch*. [Online] [Dátum: 07. 12 2020.] <https://www.mojelektromobil.sk/hybrid/>
- [2] **TeslaMagazin.sk**, © 2016 - 2020 . *Toto je prvý plug-in hybrid od Škody. Ponúkne elektrický dojazd 55 km*. [Online] [Dátum: 07. 12 2020.] <https://www.teslamagazin.sk/skoda-superb-iv-plug-in-hybrid/>
- [3] © 2021 - **ProCarManuals.com**. VAG SSP 550 – The Passat GTE. [Online] <https://procarmanuals.com/vag-ssp-550-passat-gte/>
- [4] © 2010 - 2021 **Vector Informatik GmbH**. VN1600 Interface Family Manual. [Online] [https://www.vector.com/int/en/download/?tx\\_vectorproducts\\_productdownloaddetail%5Bdownload%5D=14182&tx\\_vectorproducts\\_productdownloaddetail%5Baction%5D=show&tx\\_vectorproducts\\_productdownloaddetail%5Bcontroller%5D=Productdownload&cHash=d59a5bb517f3c6a8f462](https://www.vector.com/int/en/download/?tx_vectorproducts_productdownloaddetail%5Bdownload%5D=14182&tx_vectorproducts_productdownloaddetail%5Baction%5D=show&tx_vectorproducts_productdownloaddetail%5Bcontroller%5D=Productdownload&cHash=d59a5bb517f3c6a8f462)
- [5] **AutoMoto Life** © 2021. První plug-in hybrid Škoda je model Superb iV. [Online] <http://automotolife.cz/prvni-plug-in-hybrid-skoda-je-model-superb-iv/?fbclid=IwAR2YbTD0slyt9gVxsfGzvv5F4-GKlvMmCGWDiJnzRL57s29FQZowh4gvZdc>
- [6] **Zdeněk Čeřovský**. HYBRIDNÍ POHONY AUTOMOBILŮ A VÝZKUMNÉ PRACOVISTĚ. [Online] <https://docplayer.cz/10770352-Hybridni-pohony-automobilu-a-vyzkumne-pracoviste-hybridnich-pohonu.html>
- [7] **2021 ŠKODA AUTO Slovensko s.r.o.** Superb iV. [Online] [https://www.skoda-auto.sk/modely/superb/superb-iv?utm\\_source=google&utm\\_medium=search&utm\\_campaign=superb-iv\\_LS&gclid=Cj0KCQjw1a6EBhC0ARIsAOiTrF9njU\\_W6CeHD6OMgIMuqypYfGAf3welvXVssT7GN2Hkvduy9iluVEaAsKvEALw\\_wcB&gclidsrc=aw.ds](https://www.skoda-auto.sk/modely/superb/superb-iv?utm_source=google&utm_medium=search&utm_campaign=superb-iv_LS&gclid=Cj0KCQjw1a6EBhC0ARIsAOiTrF9njU_W6CeHD6OMgIMuqypYfGAf3welvXVssT7GN2Hkvduy9iluVEaAsKvEALw_wcB&gclidsrc=aw.ds)
- [8] © 2001 - 2021 **Copyright CZECH NEWS CENTER a.s.** Hybridní pohony aneb není hybrid jako hybrid: Čím se liší plug-in hybrid od mild hybridu a full hybridu? [Online] <https://www.auto.cz/hybridni-pohony-aneb-neni-hybrid-jako-hybrid-cim-se-lisi-plug-in-hybrid-od-mild-hybridu-a-full-hybridu-123123>

## **Zoznam príloh**

- Príloha číslo 1 – Laboratórna úloha